

Proyectar es fácil

Construcción

ediciones AFHA

Proyectar es fácil

Método ideado para aprender dibujo técnico por sí mismo

Proyectar es fácil

tomo II

Construcción

AFHA

El método de dibujo técnico comprende los siguientes títulos:

proyectar es fácil - dibujo técnico (tres tomos)

proyectar es fácil - proyectista en mecánica (tres tomos)

proyectar es fácil - proyectista en construcción (tres tomos)

C/. Maestro Nicolau, 4 Barcelona (6)
Duodécima edición: Primer trimestre 1976
Depósito Legal: B. 6577-1974 (VIII)
ISBN 84-201-0278-4 Obra completa
ISBN 84-201-0032-3-Tomo 8
Impreso en España
Printed in Spain
Impreso por EMOGRAPH, S. A.
Almirante Oquendo, 1-9 Barcelona (5)

prólogo

En el prólogo del primer volumen de PROYECTAR ES FÁCIL dedicado a la construcción, hablábamos de la necesidad de formar hombres con criterio, refiriéndonos a la formación de proyectistas capaces de unir el funcionalismo de la obra a unos criterios estéticos, sicológicos y sociales que, día a día, adquieren mayor importancia.
No es ningún secreto que, actualmente, el arte de la construcción ha superado la condición de mero oficio técnico. Ahora es, además, una actividad social de primerísima necesidad. La sociedad actual cifra gran parte de sus esperanzas de progreso, de mejor existencia, en quienes dedican su saber a proyectar y a construir viviendas o a levantar edificios industriales en los que la actividad humana pueda desarrollarse con todas las ventajas que proporciona la racionalización del trabajo.
Con este segundo volumen conocerá usted las técnicas constructivas que mayormente han contribuido, al conjugar solidez constructiva y economía, a hacer posible la vivienda de tipo social. El estudio de las estructuras metálicas y de los materiales prefabricados de hormigón y cerámica es primordial para la formación del moderno proyectista. El conocimiento de las estructuras básicas y de los prefabricados tradicionales representa tanto como quedar en condiciones de seguir el ritmo del progreso. Cada día aparecen nuevos materiales. Los estudios de arquitectura reciben una verdadera lluvia cotidiana de prospectos en que se cantan las excelencias de los últimos materiales aparecidos. El proyectista debe tener, de entrada, la preparación suficiente para poder juzgar y catalogar cada nuevo material, cosa que sólo conseguirá si gracias a un estudio previo se ha familiarizado con los prefabricados que podemos llamar actualmente prototípicos. Eso es lo que pretendemos y estamos seguros de haber conseguido —como razón fundamental de su existencia— en este segundo volumen sobre técnicas y problemas de la construcción que sometemos a su consideración.

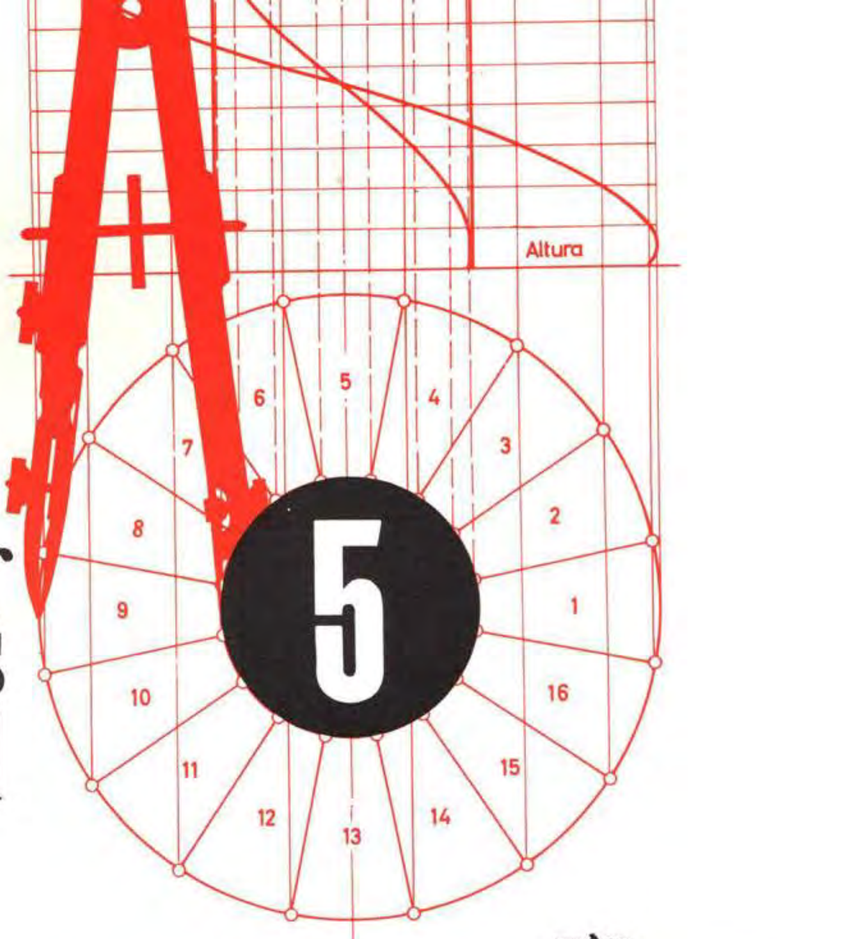
No se han desatendido las cuestiones relativas a la racionalización en la distribución de espacios. En este volumen se entra de lleno en ello, dando normas y ofreciendo gran cantidad de ejemplos y variantes de un mismo problema, como fórmula más eficaz para que el novel proyectista se dé cuenta de que puede y debe jugar el espacio disponible, poniendo a contribución su imaginación y su inteligencia. La distribución de cocinas abre estos capítulos, a través de los cuales se irán estudiando las dificultades que cada dependencia de una vivienda puede ofrecer como consecuencia de que el concepto vivienda no puede desligarse, desde un punto de vista social, del concepto de hogar o receptáculo apropiado para que en él pueda desarrollarse la vida de una familia con la máxima comodidad.
Observe que en este volumen, por decirlo de algún modo, hemos cerrado el edificio, penetrando en su interior. La estructura ha sido determinada. Se trata, pues, de poner al proyectista en condiciones de transformar esta estructura en un edificio apto para la función a la cual haya sido destinado. Importante faceta, no cabe duda.
Faceta importante, lo repetimos, que ha motivado por sí sola una extensa producción bibliográfica. Quizás, como ningún otro, la distribución de la vivienda sea el detalle que más distingue el hogar moderno del construido en tiempos pretéritos. Hoy en día, el espacio vale mucho dinero y lo que antes se solucionaba —algunas veces valía más la intención que los resultados— a base de grandes habitaciones, techos altísimos y, en general, un desperdicio evidente del espacio disponible es, actualmente, una de las facetas más apreciadas en el proyectista en construcción. No debe extrañar, pues, que en una obra que como la nuestra pretende formar proyectistas calificados, el problema de la distribución de espacios con vistas a un aprovechamiento racional de los mismos, capaz de conferir a la vivienda unas proporciones realmente a nivel humano, ocupe un lugar destacado dentro del programa de estudios a desarrollar.

LOS EDITORES

índice

DC 20
DG 37

Proyectar es fácil





AFHA

CONSTRUCCION

Lección 4
MATERIALES Y ELEMENTOS
El Hormigón Armado
La técnica del H. A.
Elementos de H. A.

Lección 4
PROYECTOS
Las plantas de cimentación

Lección 5
PRACTICAS DE DIBUJO
Identificación de materiales

La técnica del Hormigonado



MATERIALES Y ELEMENTOS 4

PRECEDENTES

Basta decir *hormigón armado* para que a nuestra mente lleguen imágenes de grandes construcciones, de atrevidas formas arquitectónicas que si bien fueron puras entelequias para los constructores de hace apenas ochenta años han adquirido carta de permanencia entre nosotros gracias a las posibilidades constructivas de hoy en día.

La aparición del hormigón armado y su fulgurante historia ha sido posible gracias al descubrimiento del cemento Portland. Sin Portland no hay hormigón armado y por lo mismo podemos asegurar que Joseph Aspdin, albañil de Yorkshire que descubrió el famoso cemento, es el primer promotor del hormigón armado... aunque lo sea de forma indirecta.

La primera noticia sobre los principios del hormigón armado la encontramos en una publicación parisiense de 1861. En ella se habla y se describen varias estructuras a base de cemento y armaduras. Sin embargo, no es hasta 1867 que se fabrica una primera forma a base de hormigón armado. Fue el jardinero J. Monier quien patentó y fabricó grandes tiestos para flores, tiestos que estaban construidos con cemento Portland y armaduras. De un tiesto, por grande que sea, a la complejidad de una casa, de un gran edificio, dista un abismo; pero después que Monier construyó sus tiestos, siguieron apareciendo forma de hormigón armado: primero tubos, luego escaleras, grandes depósitos, puentes, etc.

El desarrollo del hormigón armado en América del Norte es casi simultáneo al desarrollo de la misma técnica en Europa. La primera construcción en hormigón armado de que se tiene noticia en los Estados Unidos es la erigida por W.B. Wilkinson; era una casa rural a prueba de incendios.

Esta casa de Wilkinson fue la primera de las grandes construcciones en hormigón armado, una técnica que se extendió rápidamente por todo el mundo, como el medio más importante y seguro de construir.

LA SUSTANCIA

Se entiende por hormigón armado la sustancia formada por hormigon y varillas de acero, estas últimas contenidas en el interior de la masa. Gracias a la cooperación de ambas sustancias (hormigón y acero) se consigue un nuevo material que reúne las cualidades del hormigón y las del acero en lo que se refiere a su aprovechamiento para la construcción.

Se da la circunstancia de que los coeficientes de dilatación del hormigón y del acero son prácticamente coincidentes, lo que nos asegura que no se formarán grietas debidas a la dilatación por el calor.

Por otra parte, el hormigón se adhiere fuertemente al hierro (las armaduras quedan embebidas al ser colocado el hormigón) excluyéndose la formación de óxido al quedar el hierro completamente envuelto por la masa de hormigón.

Gracias a la íntima cooperación entre el hormigón y el hierro, sus cualidades respectivas se conjugan y aprovechan al máximo, de tal forma que el resultado de su unión, el hormigón armado, es un material que puede considerarse apto para soportar toda clase de esfuerzos.

El hormigón es especialmente apto para soportar esfuerzos de compresión, mientras que el hierro o acero lo son, además, para trabajar a flexión. Mediante cálculos y soluciones adecuadas, se consiguen estructuras de cemento armado capaces de trabajar de modo que resistan toda clase de esfuerzos: tracción, flexión, cortadura, torsión, pandeo, etc.

LAS VENTAJAS

Las construcciones de hormigón armado tienen una característica en exclusiva: Su monolitismo. Ninguna otra técnica permite conseguir un todo que actúe como una unidad monolítica en el grado prácticamente absoluto con que lo permite el hormigón armado. Toda la estructura del edificio es un monolito, excepto cuando por sus grandes dimensiones deben dejarse juntas de dilatación.

Cuando decimos que el hormigón armado es una forma de construcción monolítica, queremos significar que en la estructura, todo lo que es hormigón armado, toda la estructura o partes de ella, cooperan conjuntamente a la resistencia. Es decir: existe unión perfecta entre todos los elementos de la estructura, excluyéndose toda posibilidad de juntas, apoyos de losas sobre jácenas o de jácenas sobre pilares.

El hecho de que exista una perfecta unión y cooperación física entre todos los elementos de la estructura de hormigón, se traduce en dos ventajas características de la técnica del H.A. (abreviatura de hormigón armado):

LOS ELEMENTOS SUSTENTADOS SE CONVIERTEN PARCIAL O TOTALMENTE EN ELEMENTOS SUSTENTANTES. En consecuencia:

LAS DIMENSIONES DEL CONJUNTO PUEDEN DISMINUIR CON LAS CONSIGUIENTES VENTAJAS DE ESPACIO Y ECONOMÍA.

Debe advertirse que estas ventajas dejan de existir cuando por cualquier causa debe suprimirse el monolitismo. Así, por ejemplo, cuando se emplean prefabricados de hormigón armado, aunque se trate de la misma materia, dado que existen juntas, desaparece el monolitismo y no deben considerarse las ventajas anteriormente citadas.

LAS FUNCIONES

Bajo este título vamos a dar una breve y sintética reseña de aquellos casos y circunstancias en los que la obra de hormigón armado debe prescribirse con ventaja sobre otros sistemas constructivos.

Por su carácter monolítico se comprende que el hormigón armado sea apto...

PARA CUBRIR GRANDES LUCES, NAVES PARA LOCALES PÚBLICOS, ALMACENES, LOCALES INDUSTRIALES, ETC.

CUANDO A CAUSA DE LOS GRANDES ESFUERZOS QUE DEBEN SOPORTAR LAS ESTRUCTURAS RESULTAN INSUFICIENTES LOS MATERIALES CERÁMICOS Y LA MADERA.

EL HORMIGÓN ARMADO ES IDEAL PARA LOS ENTRAMADOS DE GRANDES EDIFICIOS EN LOS CUALES SE EXIGE UN ARRIOSTRAMIENTO PERFECTO.

POR OTRA PARTE LA FÁCIL ADAPTACIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO A CUALQUIER FORMA POSIBILITA LA CONSTRUCCIÓN FÁCIL DE MUCHOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: ESCALERAS, BÓVEDAS...

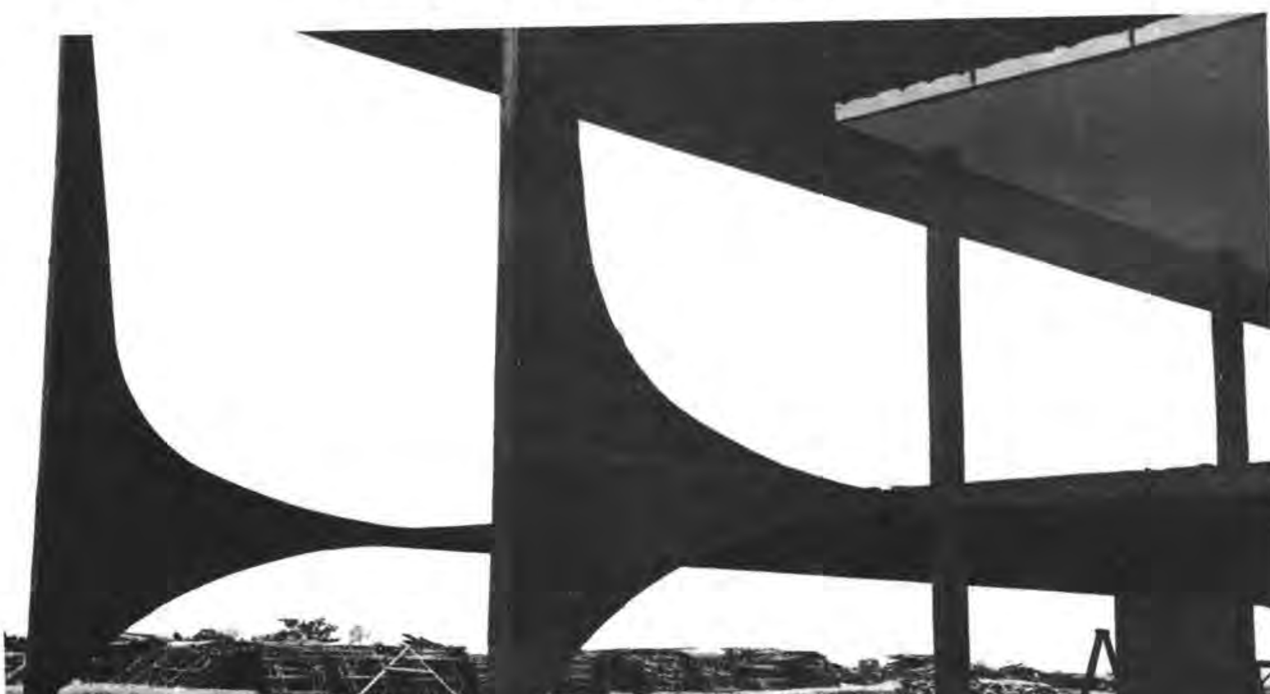
Pero el hormigón armado presenta otras ventajas, permitiendo esperar todavía mucho más de este material.

IGUAL QUE EN SUS PRINCIPIOS SE LE SIGUE CONSIDERANDO UNA GARANTÍA CONTRA LOS INCENDIOS: por su incombustibilidad resiste mucho tiempo la acción del calor intenso antes de que el revestimiento de hormigón se desprenda y deje al descubierto las armaduras.

También se le aprecia por su notable resistencia estática y contra choques. Por ello ES MATERIAL ADECUADO PARA AQUELLAS CONSTRUCCIONES QUE PUEDAN QUEDAR EXPUESTAS A LAS CONSECUENCIAS DE UNA EXPLOSIÓN.

SEGÚN LA COMPOSICIÓN DEL HORMIGÓN, TAMBIÉN ES MATERIAL RESISTENTE A LA ACCIÓN QUÍMICA DE AGUAS ÁCIDAS Y VAPORES AGRESIVOS, cosa que lo hace aconsejable para aquellas estructuras normalmente expuestas a la acción de tales agentes.

Como ve, las propiedades del hormigón armado lo hacen material adecuado para una extensa gama de aplicaciones.



Las posibilidades del H. A. quedan de manifiesto en esta fotografía hecha durante la construcción del Palacio de la Presidencia en Brasilia (Brasil).

LOS INCONVENIENTES

Por bondades que llegue a reunir un material de construcción, siempre podremos encontrar algunos inconvenientes inherentes a su naturaleza. Muchas veces, estos inconvenientes no se derivan de una falta de posibilidades del material o técnica considerada, sino de las complicaciones de índole distinta que deben vencerse para su correcta aplicación. Este es el caso del hormigón armado: por naturaleza es una técnica constructiva de posibilidades prácticamente ilimitadas, pero su misma naturaleza lleva implícitas una serie de complicaciones técnicas que, en buena lógica, debemos contar como inconvenientes.

La ejecución de las obras de hormigón armado es tarea delicada. En ella se pone a prueba la resistencia efectiva de cada etapa de la estructura a medida que se levanta el edificio, por lo que se requiere un extremado cuidado en la supervisión de los materiales y control de los procesos constructivos por parte de un experto que asegure la calidad de cada elemento y del conjunto en general.

Otro inconveniente de la técnica del hormigón armado, son los encofrados. El hecho de tener que utilizar moldes para que el material adopte la forma necesaria, lleva consigo una operación lenta y delicada que encarece considerablemente la obra. Por otra parte, los elementos estructurales no pueden cargarse hasta que el hormigón haya fraguado y adquirido la suficiente resistencia, circunstancia que retrasa el ritmo de la obra.

La propiedad que tiene el hormigón armado de poder trasmitir los ruidos con asombrosa facilidad no lo hace apto para la construcción de edificaciones cuyos interiores deban quedar aislados de ruidos, a menos que se apliquen costosos trabajos complementarios para evitar tal defecto. Claro que lo común en la construcción de viviendas es que se emplee una técnica mixta: hormigón para los elementos de estructura y otros materiales para limitar los distintos espacios del edificio. El hormigón armado, en realidad, es sólo útil para aquellos casos de construcción en que las distintas estructuras deben quedar fijas e invariables (en realidad este es el caso general) puesto que las obras de modificación y derribo resultan muy difíciles y, por lo mismo, caras.

Las modificaciones o refuerzos posteriores a la ejecución de la obra, tan corrientes en las edificaciones industriales, resultan muy laboriosas y a veces totalmente imposibles, por lo que en obras de hormigón armado tales posibilidades deben preverse ya en los planos del proyecto, prescribiéndose cargas útiles más elevadas de las que en principio parecen necesarias.

También es difícil la instalación de conducciones, si no se ha previsto a tiempo la posibilidad de una necesaria ampliación en este sentido. De acuerdo con un previsible programa de necesidades se dejan pasos para conducciones convenientemente cegados. Ello requiere la confección de planos especiales donde se determine la situación de estos pasos cegados en espera de una futura utilización, en cuyo caso deberán consultarse estos planos especiales para poder encontrar el camino a seguir por la nueva instalación de conductores, sean para líquidos o gases.

En la técnica del hormigón armado, todo lo que represente modificar la obra después de hecha resulta un mal negocio, a menos que al proyectar se hayan previsto futuros cambios en el edificio. En el caso concreto de una ampliación, la complicación es enorme cuando no se han previsto en la primera etapa las juntas de dilatación necesarias, así como las sobrecargas en los cimientos.

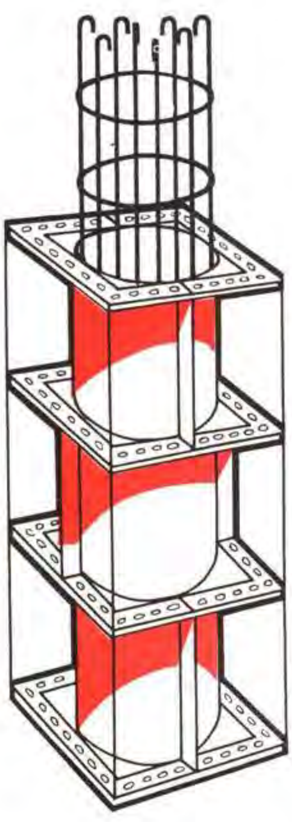
Para terminar con este capítulo de inconvenientes citaremos uno que, si bien no se refiere a la construcción, sino a la destrucción, puede tener una considerable repercusión en el presupuesto de un edificio de nueva estructura que deba levantarse en el mismo solar ocupado por una vieja o innecesaria estructura de hormigón armado. Los derribos necesitan mucha mano de obra y, en cambio, los materiales recuperados resultan inservibles.

LA CALIDAD UNIFORME

Una de las condiciones más importantes que debe reunir todo material de estructura es la uniformidad de su calidad. Y quizás como en ningún otro material, el hormigón armado necesita esta calidad uniforme.

Tal calidad, o sea la uniformidad de la sustancia, depende de las proporciones, calidad y composición de sus elementos integrantes: cemento árido y agua.

La vigilancia sobre las mezclas debe ser constante, ya que son muchas las operaciones de mezcla que deben efectuarse durante el curso de la obra. Cualquier modificación en las proporciones o calidad de los componentes del hormigón se traducirá en una pérdida en esta calidad uniforme que tan primordial resulta a la perfección técnica de la obra.



LOS ENCOFRADOS

El hormigón, colado en la obra, es el único material de construcción que se moldea en el emplazamiento definitivo. Para ello se necesita un molde, cuya situación y forma interna sea la que conviene al elemento constructivo que fragua en su interior.

Estos moldes reciben el nombre de ENCOFRADOS. Se trata de unos cajones que por dentro tienen la forma definitiva de la estructura y que, dada la naturaleza del material al que dan forma, requieren unas características especiales.

Los encofrados deben resistir el peso del hormigón que van a contener y —muy especialmente— las presiones laterales que les trasmitirá la masa recién vertida.

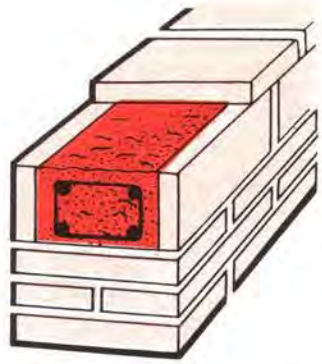
Los esfuerzos horizontales deben dirigirse de forma segura y uniforme hasta la superficie del terreno, por lo que la resistencia a las presiones laterales debe ser la misma en todas las secciones del encofrado. Los encofrados, en resumen, deben ser estables y resistentes a las presiones horizontales. Pero, además de cumplir con estos factores, que bien po-

demos llamar mecánicos, conviene que puedan desmontarse con facilidad y sin necesidad de golpes.

Del encofrado depende gran parte del éxito o fracaso de una construcción en hormigón armado, así como la economía y aspecto final del trabajo. Es uno de los factores a presupuestar con mayor cuidado, ya que su costo se lleva un buen porcentaje del valor total de la obra.

SISTEMAS DE ENCOFRADO

La operación del encofrado puede realizarse en vistas a un encofrado permanente o bien contando con un encofrado provisional. Los encofrados permanentes, o sea, los que quedan en la obra recubriendo a perpetuidad las masas de hormigón, se emplean en contadísimas ocasiones; se realizan con material de construcción (ladrillo de canto) y quedan adheridos a la estructura. Tal ocurre con los encofrados de correas y zunchos.



Encofrado permanente en obra de ladrillo.

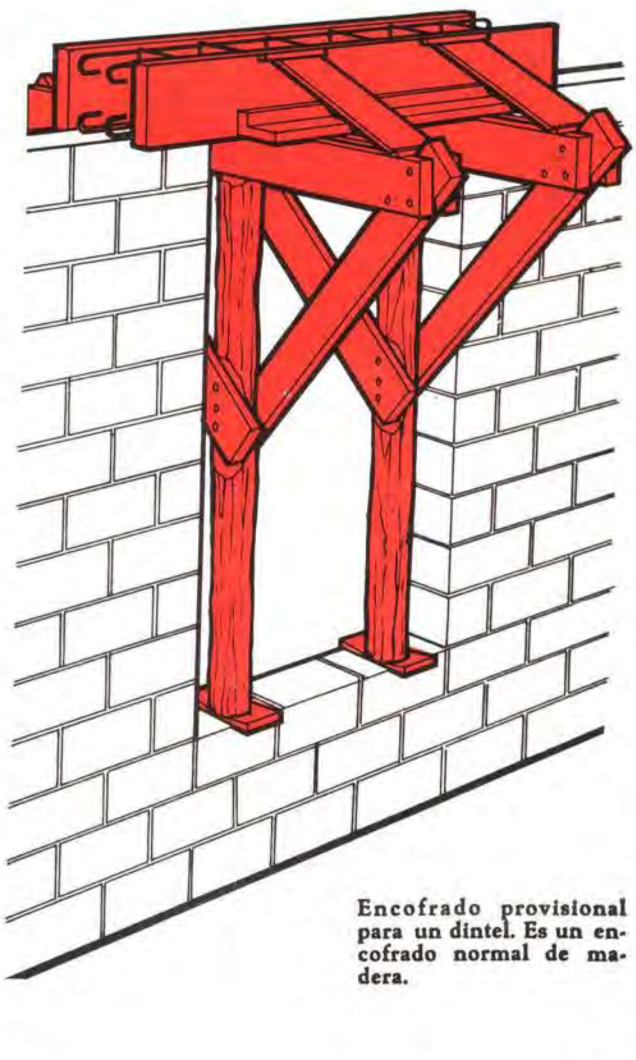
El encofrado provisional es el que se retira una vez ha fraguado el hormigón y ha adquirido la resistencia necesaria. Los materiales más usados son la madera y el hierro.

Los encofrados de madera (con rollizos, tablones, tablas, tableros de fibras prensadas, etc.) hallan solución para las más variadas formas, pero son de ejecución lenta y requieren el empleo de grandes cantidades de madera, aproximadamente 1 m^3 para el encofrado de una superficie de 1 m^2.

Existen sistemas de encofrados en madera que aligeran el trabajo y permiten recuperar el material, pero siempre se trata de posibilidades limitadas en cuanto a las formas estructurales que se trata de encofrar.

En el caso corriente de pilares de sección cuadrada o rectangular suele prepararse un encofrado con tablones por tres de sus caras, dejando la cuarta sin encofrar para irla cerrando a medida que sube el nivel de la masa.

Los encofrados metálicos presentan, en contra de las ventajas de su rápida ejecución (montaje y desmontaje), el inconveniente de limitar considerablemente las posibilidades de forma de los elementos estructurales. Sin embargo, en el caso concreto de los pilares, los encofrados metálicos permiten la obtención de formas cilíndricas, difíciles de conseguir por encofrados de madera. Se trata siempre de elementos desmontables, recuperables y graduables a las medidas convenientes.



Encofrado provisional para un dintel. Es un encofrado normal de madera.

Detalle de un encofrado metálico de fácil montaje y desencofrado. Con estas piezas metálicas pueden conseguirse distintas secciones para los pilares. Por un simple sistema de taladros y tetones puede aprovecharse más o menos superficie de las piezas del encofrado.

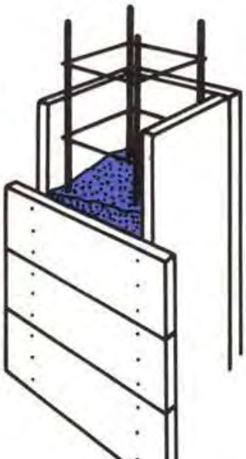




EL HORMIGONADO

Cuando el hormigón debe disponerse sobre el terreno, como sucede en las cimentaciones por losas, se procede a la formación de una capa o lecho de apoyo previo que, con un espesor aproximado de 5 cm, asegure el perfecto asiento del material. Estos lechos de apoyo suelen formarse con ladrillos planos o mediante una capa de hormigón sin aunar (hormigón en masa).

Llenar de hormigón los encofrados, o la formación de losas sobre el terreno, es tarea delicada que, de no hacerse con los cuidados requeridos, entraña el peligro de la formación de bolsas de aire o simplemente de zonas menos compactas. En cualquier caso, el resultado es una estructura que habrá perdido la homogeneidad que por naturaleza debe esperarse en una construcción de H.A.



Para consolidar el hormigón dentro de los encofrados, se procedía a un apisonado. Actualmente se obtienen óptimos resultados en lo que respecta a la eliminación de burbujas de aire mediante vibraciones producidas con aparatos especiales: con máquinas vibradoras, lográndose así un material más compacto. Esta técnica permite el uso de un hormigón de consistencia menos líquida, con lo que también se consigue una mayor resistencia y más rápido secado.

El manejo de estos vibradores requiere una especial habilidad para evitar que entren en contacto con las armaduras interiores, para asegurarse de que éstas no han alterado su posición conveniente dentro del encofrado.



Lo que antes era una operación de apisonado se ha convertido en la aplicación de una máquina vibradora en el interior de la masa de hormigón.

Para placas delgadas existen unos modelos especiales de vibradores: son los vibradores de superficie.

En el mercado existen una serie de productos mejoradores del hormigón que, mejorando su plasticidad facilitan en gran manera la tarea del hormigonado. Son productos aireantes (que eliminan la formación de burbujas de aire), productos desencofrantes (que evitan la adherencia de la pasta con las paredes interiores del encofrado) que facilitan el trabajo de retirar las distintas piezas de los encofrados, etc.

Cuando la fase del hormigonado de una estructura debe interrumpirse, las superficies de enlace se dejan especialmente rugosas para facilitar la adherencia de las posteriores masas de hormigón que deberán añadirse una vez reanudado el proceso.

Quizás la parte más delicada dentro del hormigonado de los encofrados sea aquella que cuida de que los hierros interiores mantengan su correcta posición en el futuro bloque, procurando que todos los hierros queden recubiertos con la pasta. Para ello existe una serie de procedimientos de sujeción que veremos dentro de poco.

EL DESENCOFRADO

Es la operación consistente en retirar los moldes que han dado forma a la estructura. Tal operación, naturalmente, no podrá efectuarse hasta que el hormigón se haya endurecido y dentro de un período de tiempo que varía según la parte de estructura de que se trate. Así, por ejemplo, las columnas y pilares pueden desencofrarse antes que las jácenas, pero no así los pies derechos o puntales de seguridad, que permanecerán unos días más con su cubierta de encofrado.

A título de ejemplo, digamos que una losa puede desencofrarse en el plazo aproximado de una semana, y sus nervios en el de tres semanas.

El aumento de la resistencia del hormigón depende en gran manera del tratamiento que se le proporcione una vez colocado dentro del en-

cofrado. Es decir: posteriormente al hormigonado, se prescriben una serie de operaciones tendentes a conseguir la máxima resistencia del material. Durante su endurecimiento deberá protegerse contra los agentes perjudiciales: heladas, calor intenso, aguas corrientes, trepidaciones, agresiones químicas... Debe mantenerse permanentemente húmedo hasta pasados unos 8 a 14 días después del desencofrado, protegiéndolo de la acción directa del aire y del sol durante unos 10 días.

Puede darse cuenta de que la técnica del hormigón·armado, si bien es una de las que más posibilidades constructivas ofrece, es también una de las que requieren un mayor número de conocimientos y, por ende, personal más especializado.

LOS HIERROS O ACEROS

Las armaduras para el hormigón armado son de hierro dulce, resistentes a los choques, fácilmente soldables y fácilmente deformables por torsión sin que por ello se produzcan *grietas* en las zonas curvadas de las barras.

Estos hierros deben adherirse con mucha facilidad a la masa del hormigón. Haciendo pruebas con distintas barras de igual diámetro para comprobar su comportamiento ante esta necesidad de la adherencia, se ha llegado a la conclusión de que las grietas debidas a los fenómenos físicos propios de un proceso de adherencia entre un sólido y una pasta a solidificar, eran menores para aquellos hierros que tenían una mayor cantidad de bordes salientes por metro lineal y, en cambio, las grietas eran mucho mayores en las barras cilíndricas lisas, o sea, en las barras comunes.

Esta experiencia ha motivado la creación de barras especiales que, facilitando la adherencia, permiten disminuir el diámetro de los hierros sin menoscabo de la resistencia total del bloque.

El acero para armaduras se emplea tal y como sale de fábrica. Si presenta oxidaciones, el recubrimiento de hormigón se encargará de que no prosperen, puesto que dejará al hierro completamente aislado del aire.

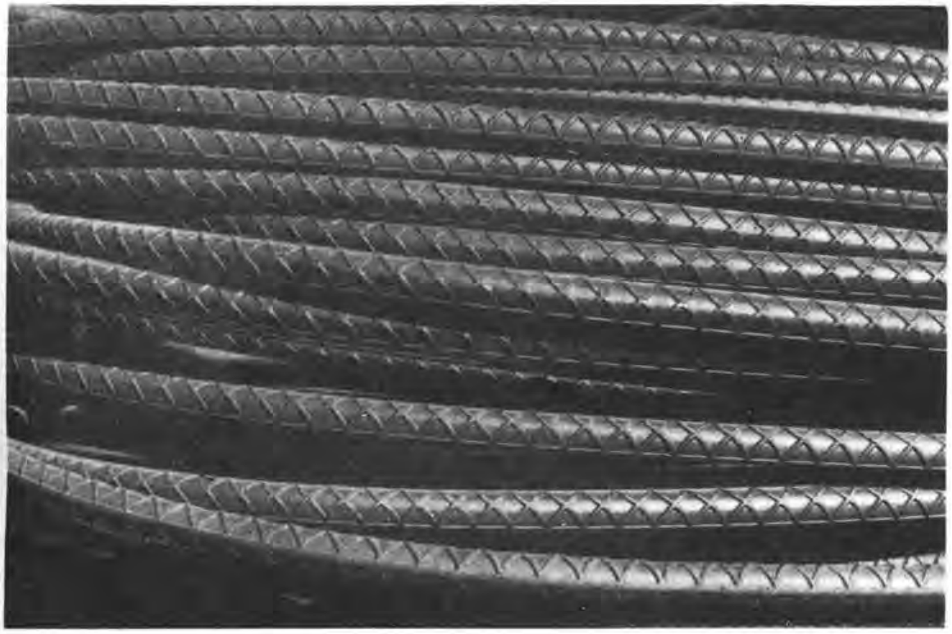


A B C D E F G H

Tipos de barras para armaduras. Sometiéndolas a ensayos se ha comprobado que la adherencia es máxima para el modelo H, que es el de mayor superficie por metro lineal. La adherencia disminuye de H hacia A. (Información gráfica facilitada por Aceros R.E.A.)

Las secciones corrientemente empleadas para la formación de las armaduras con *hierros redondos*, comprenden diámetros desde los 6 a los 35 mm. Estas secciones se reducen considerablemente en las estructuras de hormigón pretensado. Entonces van de los 1'5 a los 3 mm.

Las barras con relieves especiales (expresamente estudiados para facilitar la adherencia de la pasta) son modelos casi siempre amparados en una patente.



Muchas veces resulta ventajoso sustituir las armaduras normales por mallazos prefabricados.

LOS TEJIDOS METALICOS

En muchas ocasiones es ventajoso sustituir las armaduras normales por unos sistemas de mallas o tejidos metálicos, formados por alambres de acero estirado en frío, que se entrecruzan formando un reticulado de líneas paralelas y perpendiculares entre sí.

Se emplean ventajosamente cuando la estructura requiere muchos hierros de poco diámetro o cuando se hace difícil la colocación de armaduras normales. Casos característicos son: planos inclinados y superficies regladas, como bóvedas, depósitos cilíndricos, cubiertas...

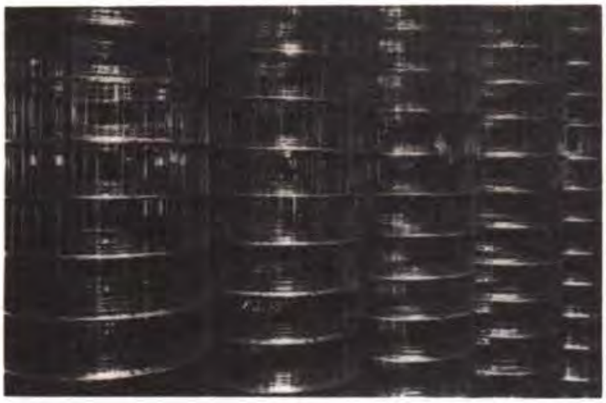
También en otras aplicaciones pueden acelerar el trabajo de colocación de armaduras, como en el caso de la construcción en H.A, de muros, tabiques, losas, zampeados y toda clase de placas para paramentos de túneles, canales, depósitos, piscinas, grandes tuberías, pistas de aeropuertos, firmes de carreteras, etc.

Con su aplicación se consigue:

Una considerable economía de acero (aproximadamente un 45 %) bajando los costos de transporte y trabajos de descarga.

Colocación rápida y fácil de las armaduras en la obra.

Situación exacta de las armaduras, sin peligro de corrimientos de parte de las varillas, puesto que en estas mallas quedan sujetas por un sistema de soldadura factible en una fabricación en serie.



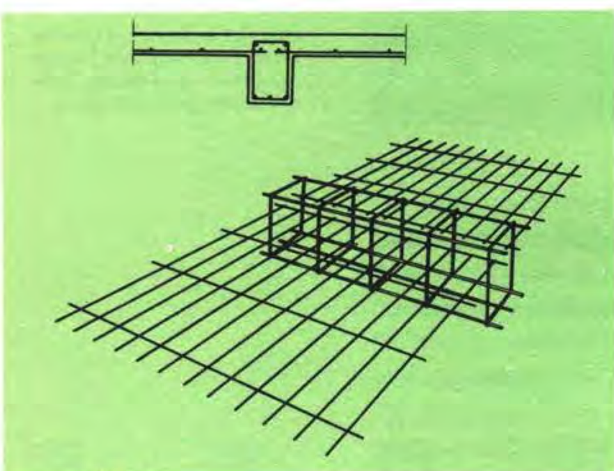


Rollos de mallazo y aplicación del mismo como armadura de un techo. (Información gráfica facilitada por Rivière S. A.)

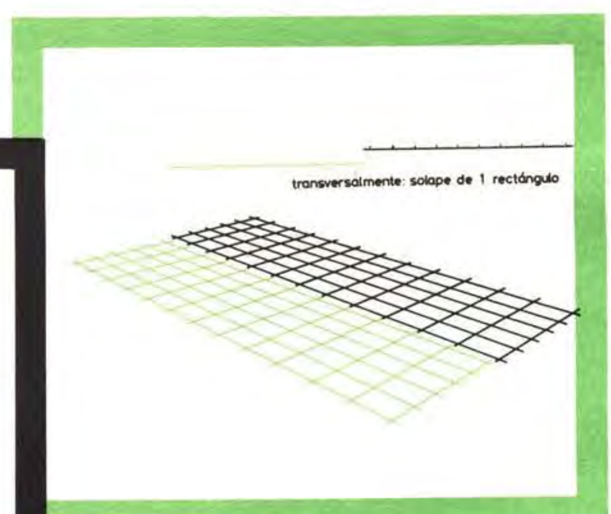
Aceleración de la obra, ya que por este sistema se suprimen los ganchos terminales y las ataduras en los extremos y en los cruces de hierros.

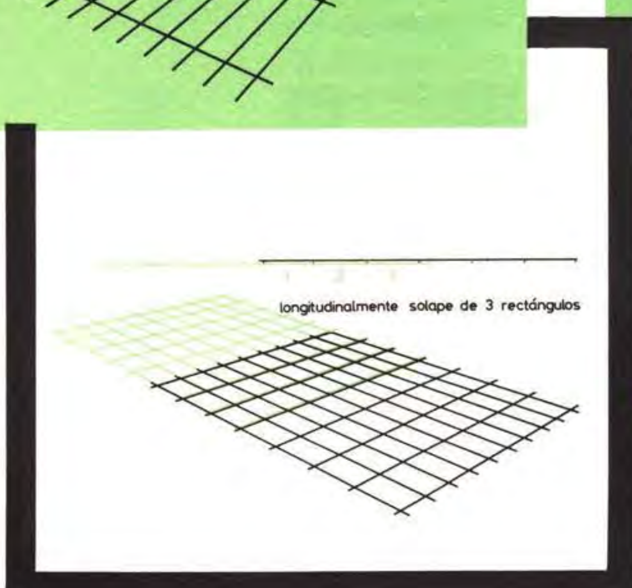
Estos tejidos metálicos se suministran en forma de mallas o mallazo en rollos de 25 x 2'40 metros o bien en placas de 6 x 2'40 metros.

Existen también mallas rectangulares de 100 x 300 cm y cuadradas de 50, 100 y 150 cm de lado.



Detalle de dos témpanos de mallazo junto de una viga jácena. Esta técnica permite suprimir los ganchos terminales y las ataduras.





Demostración gráfica del solape conveniente entre témpanos de mallazo en el sentido de los alambres transversales y de los alambres longitudinales.

El diámetro del alambre oscila entre los 2'5 mm y los 8 mm.

Los enlaces entre las distintas piezas de malla que pueden formar parte de una estructura se consiguen por un simple solape o superposición de las piezas. Este solape, naturalmente, debe tener una longitud determinada que asegure el máximo aprovechamiento del material a la par que proporcione la adecuada resistencia a estas zonas de unión.

La longitud de las zonas solapadas debe ser aproximadamente igual a tres mallas o rectángulos en el sentido de la armadura principal y de una sola malla en el sentido de la armadura secundaria.

A continuación vea una tabla que nos indica la denominación de pedido para las mallas metálicas, así como la sección y peso de los alambres que las forman.

EJEMPLOS DE IDENTIFICACION DE MALLAS

100 x 300 — 3,0 x 3,0 significa: malla rectangular de 100 x 100 milímetros de lados rectángulos (100 mm de separación de los alambres longitudinales y 300 mm de separación de los alambres transversales), y con alambres de ∅ 3, tanto transversales como longitudinales.

100 x 300 — 7,6 x 6,0 significa: malla rectangular de 100 x 300 milímetros de lados en sentido longitudinal, y con alambre longitudinal de ∅ 7,6 y alambre transversal de ∅ 6.

TABLA DE DENOMINACION DE LAS MALLAS, SECCION Y PESO

S-l S-t ∅l ∅t	cm² l	cm² t	Kg/m²
100 x 300 — 3,0 x 3,0	0,71	0,24	0,74
100 x 300 — 3,4 x 3,4	0,92	0,30	0,95
100 x 300 — 3,8 x 3,8	1,13	0,38	1,19
100 x 300 — 4,2 x 4,2	1,39	0,46	1,45
100 x 300 — 4,6 x 4,2	1,66	0,46	1,67
100 x 300 — 5,0 x 4,2	1,96	0,46	1,90
100 x 300 — 5,5 x 4,2	2,38	0,46	2,23
100 x 300 — 6,0 x 4,6	2,83	0,55	2,65
100 x 300 — 6,5 x 5,0	3,32	0,65	3,12
100 x 300 — 7,0 x 5,5	3,85	0,79	3,64
100 x 300 — 7,6 x 6,0	4,54	0,94	4,30
100 x 300 — 8,2 x 6,5	5,28	1,11	5,02
150 x 150 — 3,0 x 3,0	0,47	0,47	0,74
150 x 150 — 3,8 x 3,8	0,75	0,75	1,19
50 x 50 — 2,5 x 2,5	0,98	0,98	1,54
50 x 50 — 3,0 x 3,0	1,42	1,42	2,24
100 x 100 — 5,0 x 5,0	1,96	1,96	3,08

SIGNIFICADO DE LAS CABEZAS DE COLUMNA:

S-l = Separación entre alambres longitudinales.
S-t = Separación entre alambres transversales.
∅ l = Diámetro en mm de los alambres longitudinales.
∅ t = Diámetro en mm de los alambres transversales.
cm² l = Sección de acero por metro de anchura en sentido longitudinal.
cm² t = Sección de acero por metro de anchura en sentido transversal.
Kg/m² = Peso medio por m² en Kg.

LA SECCION DE LAS BARRAS

El hierro y el hormigón forman un conjunto prácticamente homogéneo por su adherencia mutua; pero para que tal adherencia sea efectiva

las barras no pueden ser demasiado gruesas en comparación con su longitud. Las barras de hierro que forman las armaduras del hormigón deben tener un diámetro que cumpla con una cierta proporción en relación a su longitud. Generalizando diremos que en todo hierro de armadura el diámetro viene dado por una fracción de su longitud.

Cuando las barras de hierro carecen de ganchos terminales, su diámetro debe ser menor o igual que 1/260 de su longitud y cuando se trata de hierros con ganchos terminales, deberemos estipular un diámetro que no sea superior a 1/50 de la altura.

Lo que contribuye a la resistencia del hormigón no es el diámetro particular de cada una de las armaduras, sino la totalidad de las secciones del conjunto. Se ha demostrado que es preferible totalizar una sección necesaria con muchas barras delgadas que conseguir la misma sección total con menos barras más gruesas.



La misma sección total de los hierros puede conseguirse con distinto número de barras.

La resistencia aumenta con el número de barras, pero no aumenta en la misma proporción con la adopción de mayores diámetros. Así, por ejemplo, una armadura cuya sección total deba ser de 10,16 cm^2, podemos totalizarla con cuatro barras de 18 mm de diámetro. Puede ser una solución correcta, pero obtendremos ventajas si formamos una armadura de cinco barras de 16 mm de diámetro, aunque la sección total resulte algo menor: 10,05 cm^2.

Si es posible reducir el diámetro de los hierros, mayor será la economía. Y no por el ahorro de material que pueda significar la reducción del diámetro de los hierros, sino por la mayor facilidad de manipulación que representa la pérdida de peso de cada barra.

A continuación adjuntamos una tabla en la que se determinan las distintas posibilidades que ofrecen las armaduras para conseguir una misma sección total con distinta cantidad de barras. La segunda columna expresa el peso en gramos de cada metro lineal de armadura.

Ø	g/ml	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	98	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,01	1,13	1,26	1,38	1,51	1,63	1,76
5	153	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	2,16	2,36	2,55	2,75
6	220	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	3,11	3,39	3,68	3,96
7	300	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	4,23	4,62	5,00	5,39
8	392	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	5,53	6,03	6,53	7,04
9	491	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36	7,00	7,63	8,27	8,91
10	612	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,21	11,00
11	740	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	10,45	11,40	12,35	13,30
12	881	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	12,44	13,57	14,70	15,83
13	1034	1,33	2,65	3,98	5,31	6,64	7,96	9,29	10,62	11,95	13,28	14,60	15,93	17,26	18,58
14	1199	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39	16,93	18,47	20,01	21,55
15	1337	1,77	3,53	5,30	7,07	8,84	10,60	12,37	14,14	15,90	17,67	19,44	21,21	22,97	24,74
16	1568	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	22,12	24,13	26,14	28,15
17	1768	2,27	4,54	6,81	9,08	11,35	13,62	15,89	18,16	20,43	22,70	24,97	27,24	29,51	31,78
18	1983	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45	27,99	30,54	33,08	35,63
19	2209	2,84	5,67	8,51	11,34	14,18	17,01	19,85	22,68	25,52	28,36	31,19	34,02	36,86	39,69

20	2448	3,14	6,28	9,42	12,54	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	34,56	37,70	40,84	43,98
21	2698	3,46	6,93	10,39	13,85	17,32	20,78	24,25	27,71	31,17	34,64	38,10	41,56	45,03	48,49
22	2962	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	41,81	45,62	49,42	53,22
23	3257	4,15	8,31	12,46	16,62	20,77	24,93	29,08	33,24	37,39	41,55	45,70	49,86	54,01	58,17
24	3525	4,52	9,05	13,57	18,10	22,62	27,14	31,67	36,19	40,72	45,24	49,76	54,29	58,81	63,33
25	3824	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	54,00	58,90	63,81	68,72
26	4136	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,47	47,78	53,09	58,40	63,71	69,02	74,33
27	4461	5,73	11,45	17,18	22,90	28,63	34,35	40,08	45,80	51,53	57,26	62,98	68,71	74,43	80,15
28	4797	6,16	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58	67,73	73,89	80,05	86,21
29	5146	6,61	13,21	19,82	26,42	33,03	39,63	46,24	52,84	59,45	66,05	72,66	79,26	85,87	92,47
30	5507	7,07	14,14	21,21	28,27	35,34	42,41	49,48	56,55	63,62	70,69	77,75	84,82	91,89	98,96
31	5880	7,55	15,10	22,64	30,19	37,74	45,29	52,83	60,38	67,93	75,48	83,02	90,57	98,12	105,67
32	6266	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	88,47	96,51	104,55	112,59
33	6664	8,55	17,11	25,66	34,21	42,76	51,32	59,87	68,42	76,98	85,53	94,08	102,64	111,19	119,74
34	7074	9,08	18,16	27,24	36,32	45,40	54,48	63,55	72,63	81,71	90,79	99,87	108,95	118,03	127,11
35	7496	9,62	19,24	28,86	38,48	48,11	57,73	67,35	76,97	86,59	96,21	105,83	115,45	125,07	134,70

SIGNIFICADO DE LAS CABECERAS DE COLUMNA

∅ = Diámetro de la barra.

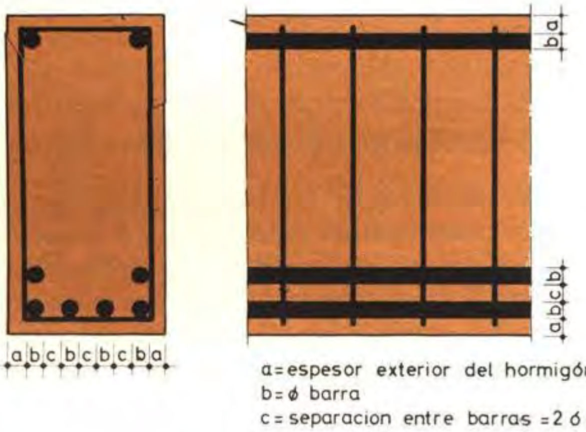
g/m.l. = Peso en gramos por metro lineal.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9... etc. Es el número de barras que se considera en cada columna. Debajo de cada una de estas cabeceras están los valores de la sección totalizada por las barras de diámetro igual al indicado en la primera columna y cuya cantidad viene representada por estos números.

Por ejemplo: Dos barras (columna 2) de 14 ∅, totalizan 3'08 cm^2 (cruce entre la columna 2 y la línea 14). Además, si deseamos calcular el peso de estas armaduras, bastará saber la cantidad de metros de hierro que precisemos y multiplicarla por el valor dado por la columna g/m.l. perteneciente al diámetro 14, que son 1.199 gramos por metro lineal.

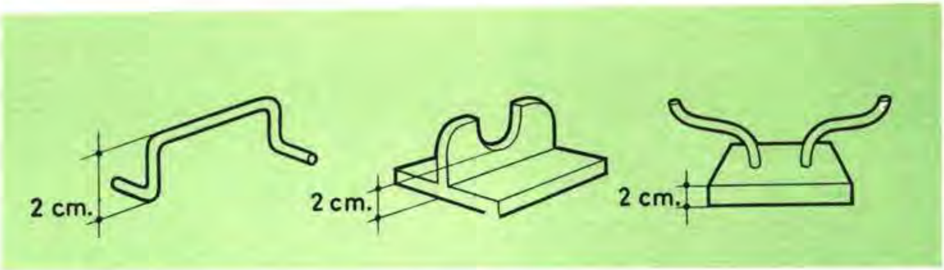
LA SECCION DEL MACIZO

Los hierros de las armaduras deben quedar completamente rodeados de hormigón en previsión de cualquier posibilidad de oxidación, por lo que deben distanciarse del exterior del bloque y de los demás hierros.



Disposición de los hierros dentro de la sección del macizo de hormigón.

Distintos dispositivos para mantener la correcta separación entre barras mientras se procede al armado de las mismas.

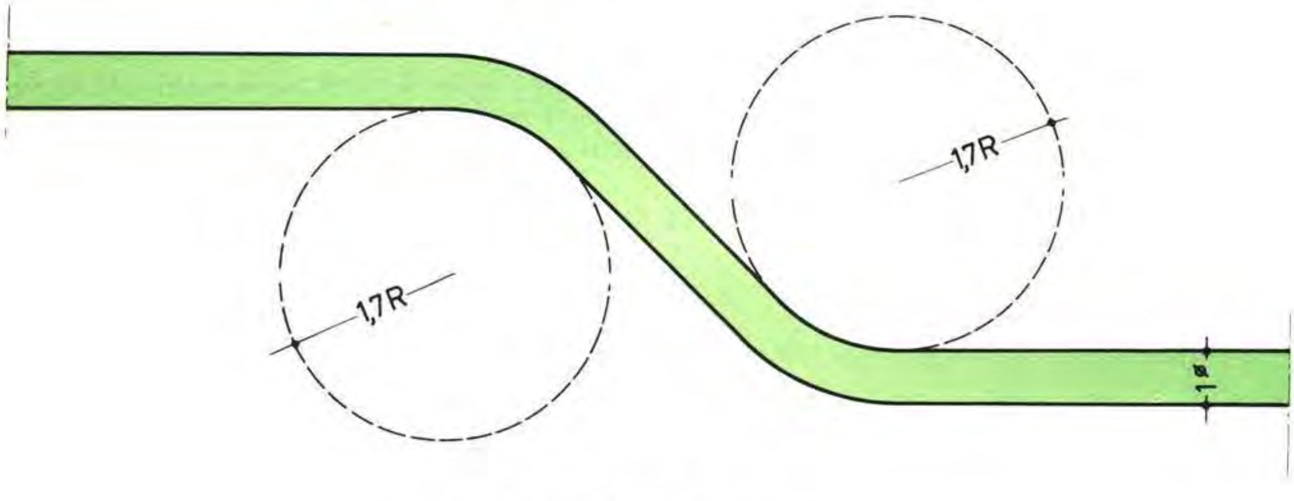


A partir de las barras exteriores, el recubrimiento de hormigón debe ser de 2 cm, recubrimiento que debe afectar todas las armaduras e incluso los estribos. No obstante, en interiores, losas y placas nervadas, tal espesor puede reducirse hasta 1,5 cm.

Los espesores de hormigón mínimo que deben separar dos barras consecutivas, no serán inferiores a los 2 cm o bien al diámetro de las barras cuando es superior a estos 2 cm prescritos.

PREPARACION DE LAS ARMADURAS

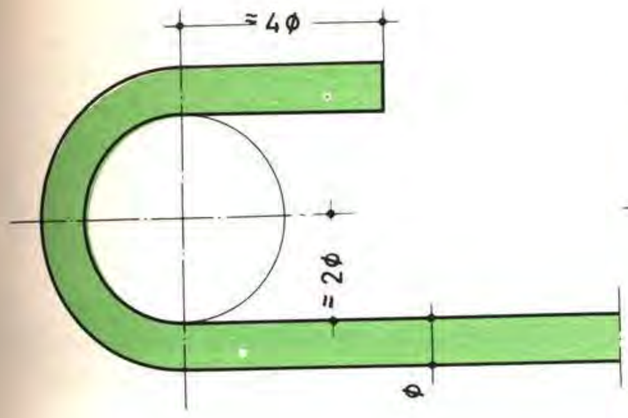
Los hierros procedentes de fábrica se convierten en armaduras una vez se han manipulado para darles la longitud y forma especificada en los planos y calculada de acuerdo con los esfuerzos que tales armaduras deberán soportar.

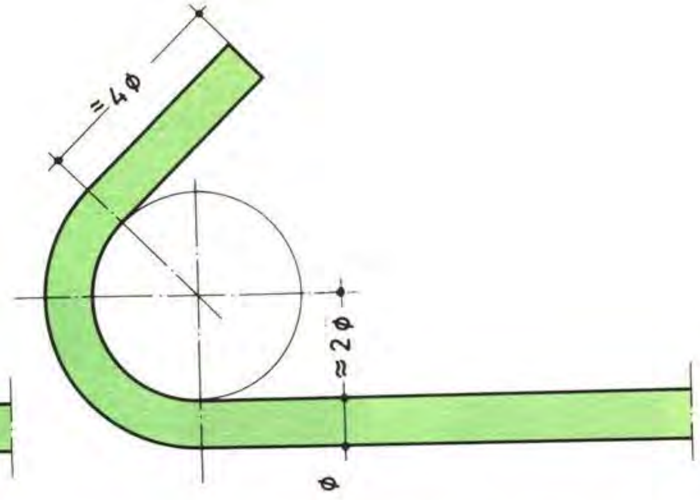


DOBLADO DE LA BARRA

Los doblados de las barras suelen hacerse mediante radios de curvatura comprendidos entre los 3 y 4 diámetros de la barra.

Para asegurar el anclaje (sujeción) de las barras en el interior del macizo de hormigón, se doblan sus extremos en forma de gancho con curvatura semicircular cuyo radio interior es de 2 a 2'5 veces el diámetro de la barra, y con una extremidad recta de longitud igual a 4 diámetros de la barra.



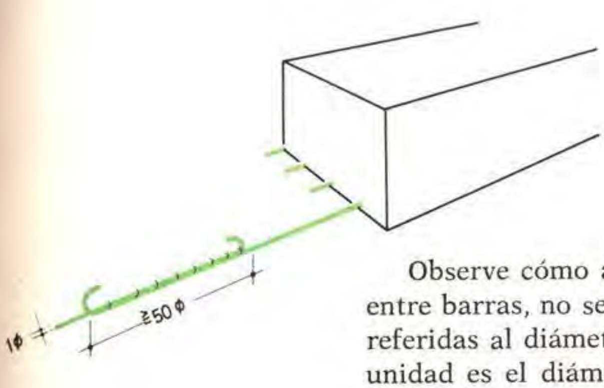


En la técnica del hormigón precomprimido, los extremos de las armaduras quedan sometidos a grandes presiones, lo que imposibilita la adopción de ganchos terminales de anclaje que, por la acción compresiva de la masa, quedarían completamente deformados e inútiles para su función de anclaje. Con esta técnica se utilizan numerosos hierros de reducido diámetro.

Ante la necesidad de hierros muy largos, no hay otra salida que el empalme. Barra contra barra y con un determinado solape, se empalman para conseguir una armadura más larga. Estos empalmes deben alternarse con ciertas condiciones que aseguren un mínimo de merma en la resistencia total.

Así, en los hierros que trabajan a tracción debe procurarse, dentro de lo posible, que en una misma sección transversal del macizo no exista más de un empalme por cada cinco armaduras.

Los empalmes deben situarse en aquellos puntos de menor esfuerzo y, en caso de requerir un empalme soldado, sólo se admite la soldadura eléctrica por resistencia, rechazándose las modalidades autógenas y por arco.

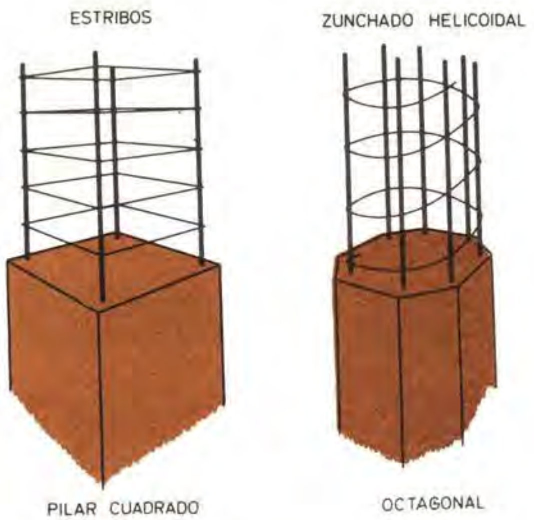


Los empalmes se practican por recubrimiento y si las barras quedan perfectamente adosadas, atadas y provistas de ganchos terminales, la longitud del recubrimiento puede reducirse a 50 o 60 diámetros.

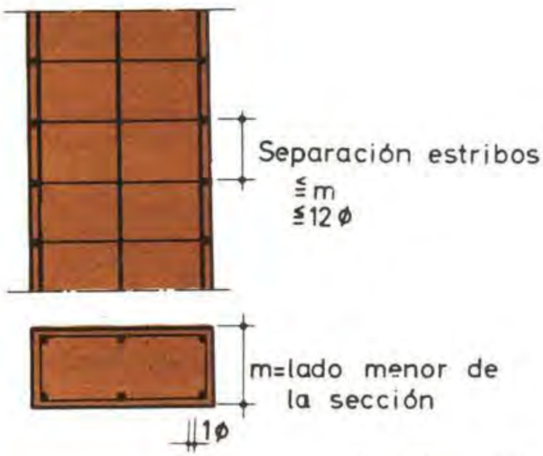
Observe cómo al establecer las condiciones de longitud y de relación entre barras, no se dan medidas concretas, sino que se dan proporciones referidas al diámetro de los hierros o, lo que es lo mismo, medidas cuya unidad es el diámetro de los hierros empleados.

LOS ESTRIBOS

Reciben el nombre de estribos los hierros de menor diámetro que, dispuestos transversalmente a las barras longitudinales, las rodean a modo de zunchos. Esta función envolvente se resuelve en columnas o pies derechos mediante un estribo enrollado en forma helicoidal a lo largo de las armaduras.







Los estribos son absolutamente necesarios en columnas y pilares para asegurarlos contra el pandeo y en jácenas para reforzarlas en vistas a los grandes esfuerzos de flexión a que usualmente están sometidas. Los estribos establecen una perfecta unión entre las partes sometidas a tracción y a compresión, aumentando la seguridad contra el esfuerzo cortante.

En resumen: los estribos hacen más consistente el núcleo de hormigón contenido entre las armaduras, impidiendo su desintegración.

En losas y elementos de gran superficie se prescinde de estribos.

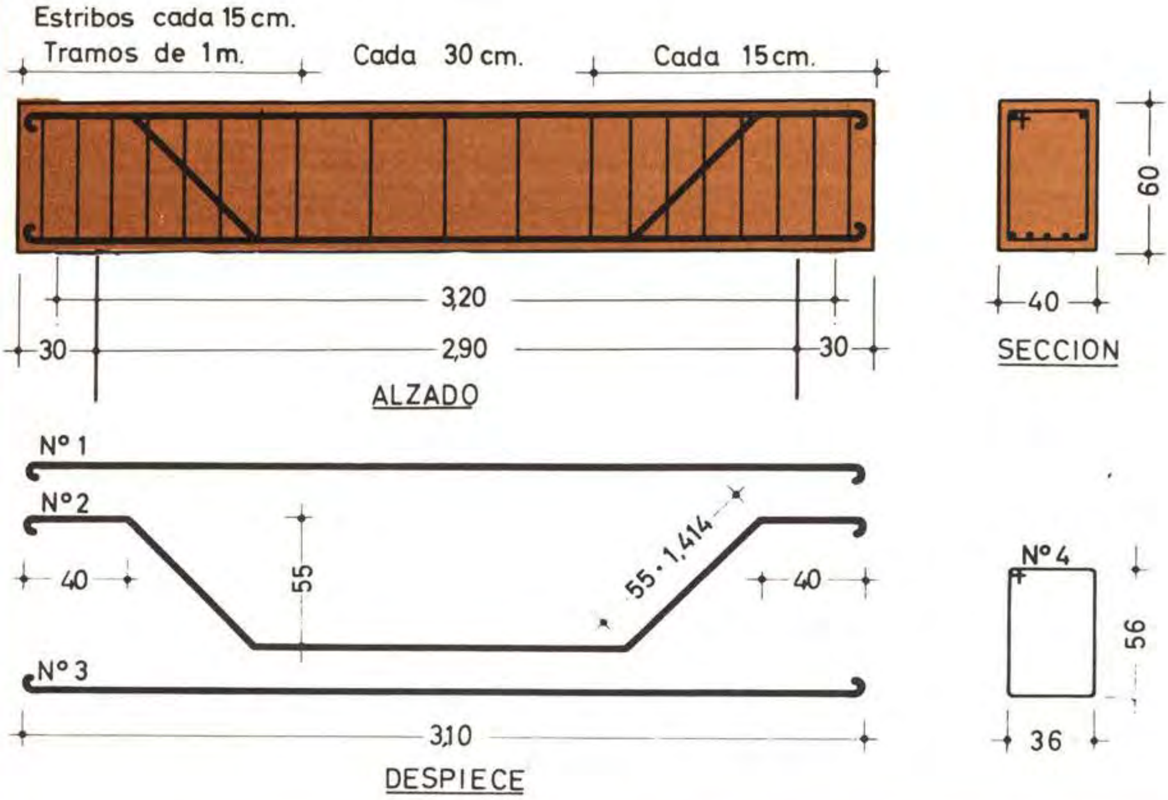
En cuanto al diámetro del alambre para estribos, se ajusta a las siguientes normas: Cuando las barras tienen un diámetro menor que 30 mm, los estribos serán de 6 mm de diámetro, previéndose que la totalidad de necesidades se solucionen con estribos cuyo diámetro oscila entre los 4 y los 8 mm.

Otra cuestión a dilucidar, es la separación que deben mantener los estribos entre sí, distancia que se calcula a partir de la longitud del lado menor de la sección transversal del macizo de hormigón. La separación corriente en los estribos de columnas será, como máximo, igual al lado menor de la sección citada. Esta separación es, para los pilares igual o menor que 12 veces el diámetro de las barras longitudinales.

En las jácenas, la separación de los estribos depende de que las cargas sean o no uniformes. Por lo general, la separación de los estribos podrá ser igual o menor que los 3/4 del lado menor de la sección del macizo de la jácena, distancia que aumenta gradualmente hacia el centro del elemento.

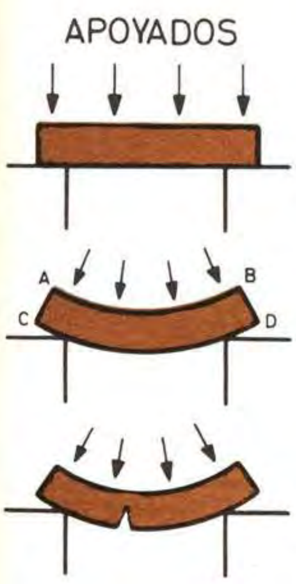
Una disposición muy corriente de los estribos en jácenas colocadas en obras de ladrillo es aquella que mantiene una separación aproximada de 20 cm en la parte central de la viga y de 15 cm en los extremos o apoyos.

La unión entre las barras y sus correspondientes estribos, se consigue con alambres de ligadura evitando el desplazamiento de los estribos en el momento del hormigonado.



Sección de una jácena, demostrando la distribución de los estribos. Despiece de los hierros de la misma jácena.

ELEMENTOS LIBREMENTE APOYADOS

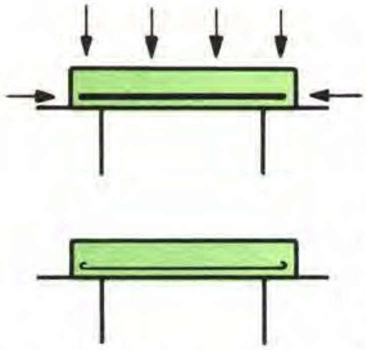


Los elementos de hormigón armado (jácenas o losas) libremente apoyados por sus extremos se encargan de recibir cargas que se reparten en toda la extensión del elemento comprendida entre sus dos apoyos.

Sabemos que si la carga es uniformemente repartida la reacción en cada apoyo es la mitad de la carga total soportada por el elemento de hormigón armado.

Imaginemos una jácena libremente apoyada por sus extremos. Se trata de un prisma de hormigón armado sobre el que gravita una cierta carga. Debido a este peso que soporta, la tendencia natural del elemento es el de flexionar curvándose hacia abajo. Este movimiento o deformación, si la observa, verá que se traduce en una reducción en la superficie de la jácena. Esta superficie se comprime. En cambio, la parte inferior del prisma tiende a un aumento en su superficie. Queda sujeta a una tracción.

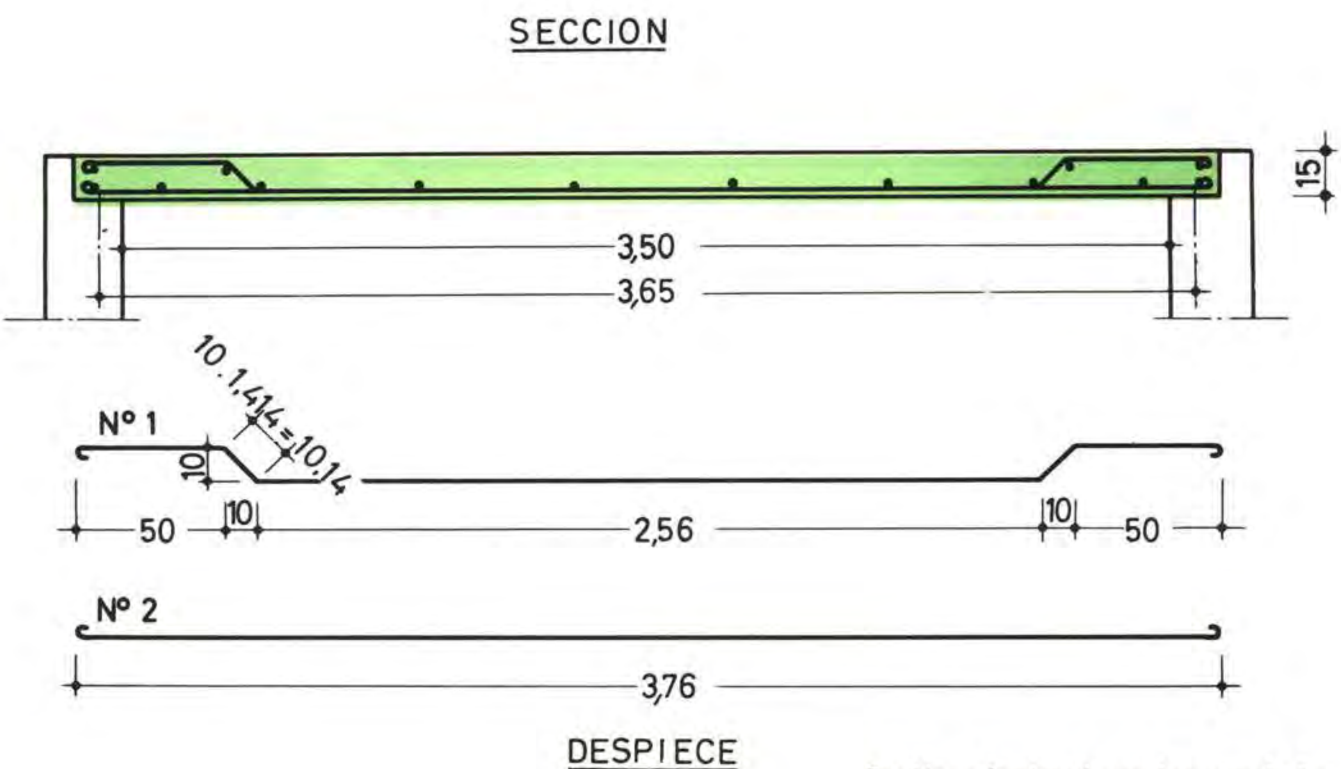
En resumen: toda jácena libremente apoyada está sujeta a un esfuerzo de compresión (parte superior) y a otro esfuerzo de tracción (parte inferior).



Para evitar la rotura de la parte inferior de una jácena se calculan unas armaduras que contrarrestan los esfuerzos de tracción y compresión.

Al no estar capacitado para soportar este tipo de esfuerzos, el hormigón se romperá empezando por la parte inferior y, para evitarlo, será preciso condicionarlo para resistir tales esfuerzos. Para ello se procede a calcular unas armaduras en proporción suficiente para soportar las tracciones a que se somete el elemento.

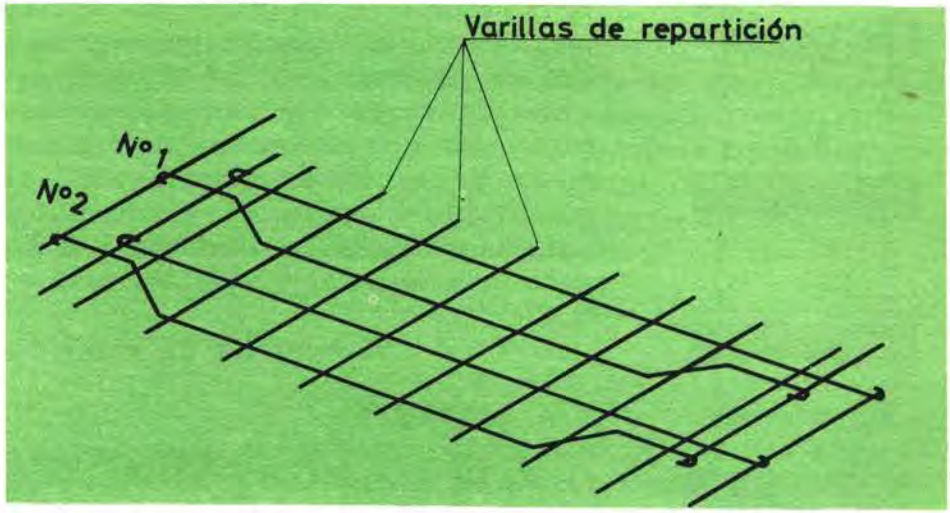
O sea: en los elementos de hormigón armado libremente apoyados se producen tensiones de tracción y compresión que son absorbidas por las armaduras introducidas en la estructura. Siendo la parte inferior de la jácena la que mayormente queda expuesta a la rotura (es la que recibe las tensiones de tracción) son las barras situadas en esta zona las que contrarrestan la casi totalidad de los esfuerzos provocados por la carga. Estas barras inferiores forman la armadura principal de la jácena, siendo hierros cuyo diámetro queda entre los 10 y 15 mm de diámetro. La mitad de estas barras inferiores, o algo más de la mitad, se doblan hacia arriba cerca de los apoyos.

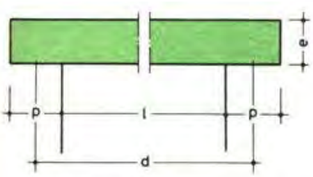


Sección y despiece de una losa armada. Los puntos negros corresponden a la sección de las varillas de repartición.

En las jácenas es imprescindible la colocación de estribos y en las losas se colocan varillas de repartición, perpendicularmente a la dirección de las barras. Estas varillas, como su mismo nombre indica (repartición), tienen por objeto repartir de modo uniforme las posibles cargas aisladas.

Esta es la disposición de los hierros en la losa anterior. Observe la posición de los hierros 1 y 2.





e = espesor losa o jácena
p = profundidad de apoyo = e o $\geq$ 15 cm
l = luz libre entre apoyos
d = distancia entre apoyos = l + e

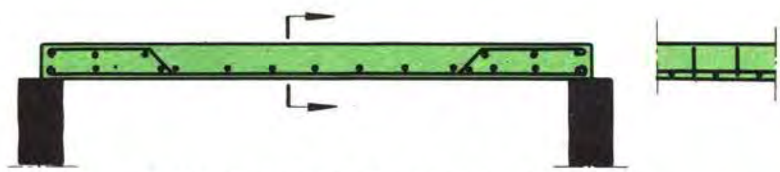
La profundidad del apoyo suele ser aproximadamente igual al espesor de la losa, pero nunca inferior a 10 cm.

Las jácenas y losas pueden considerarse:

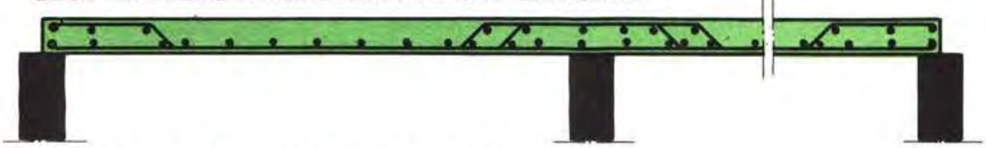
Simplemente apoyadas por sus extremos.

Contínuas sobre varios apoyos.

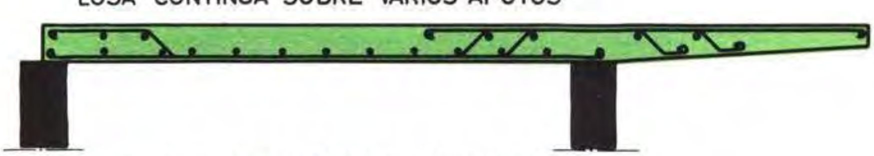
Simplemente apoyadas con voladizo.



LOSA SIMPLEMENTE APOYADA POR SUS EXTREMOS

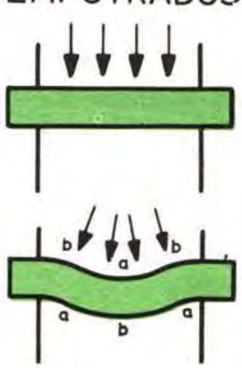


LOSA CONTINUA SOBRE VARIOS APOYOS



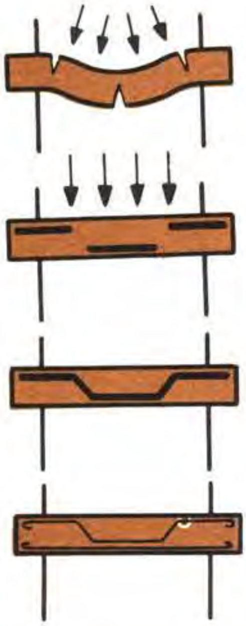
LOSA SIMPLEMENTE APOYADA, CON VOLADIZO

EMPOTRADOS



ELEMENTOS EMPOTRADOS

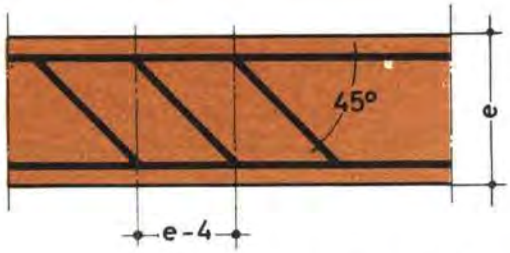
Si el prisma de hormigón se considera no simplemente apoyado por sus extremos, sino empotrado por los mismos, debido a la carga que gravita sobre él, se determinan tres puntos de rotura en aquellas zonas en las que aparecen tensiones de tracción. Es evidente que estos puntos deben ser armados para contrarrestar esta tendencia natural a la rotura.

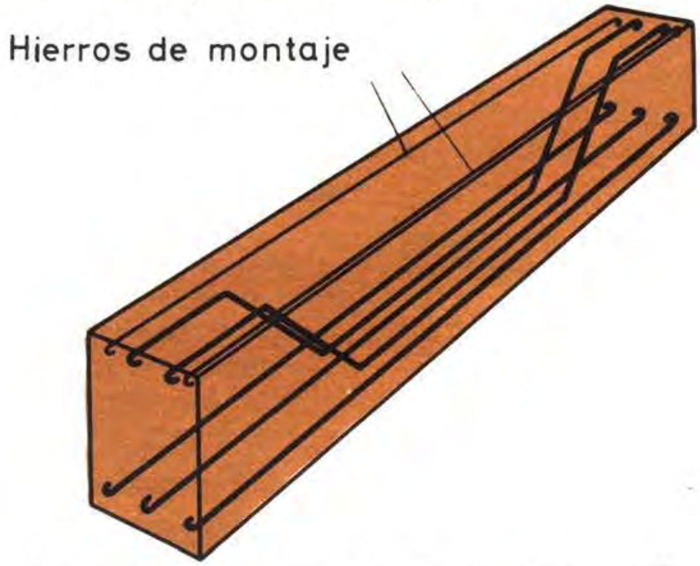


Tres hierros solucionan el problema, hierros que se traducen en una barra continua englobando en una armadura de forma muy característica las tres que deben contrarrestar los esfuerzos de tracción aparecidos en la jácena.

Sucede, empero, que los empotramientos nunca son perfectos, por lo que se adopta un sistema de armaduras que se compone de los hierros propios de una jácena empotrada y, en la parte inferior, de los hierros prescritos para los elementos libremente apoyados.

En la parte superior del elemento se disponen unos hierros de diámetro reducido (6 a 10 mm) cuya función es sólo la de sostener los





estribos de las armaduras y facilitar su montaje. A estos hierros se les conoce con el nombre de *perchas* o hierros de montaje.

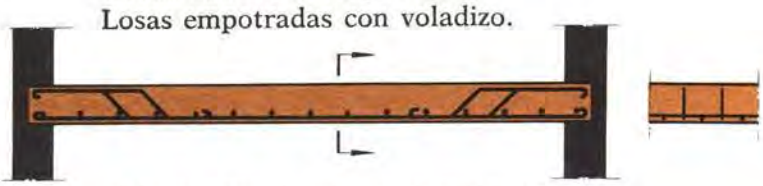
Los hierros propios de un elemento empotrado pasan del tramo inferior a los dos superiores a través de otros tramos inclinados a 45°.

Pueden considerarse:

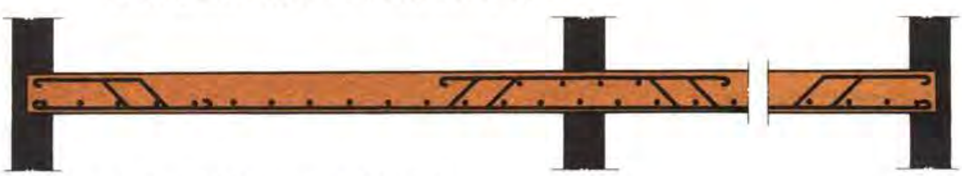
Losas empotradas por sus extremos.

Losas continuas empotradas.

Losas empotradas con voladizo.



LOSA EMPOTRADA POR SUS EXTREMOS

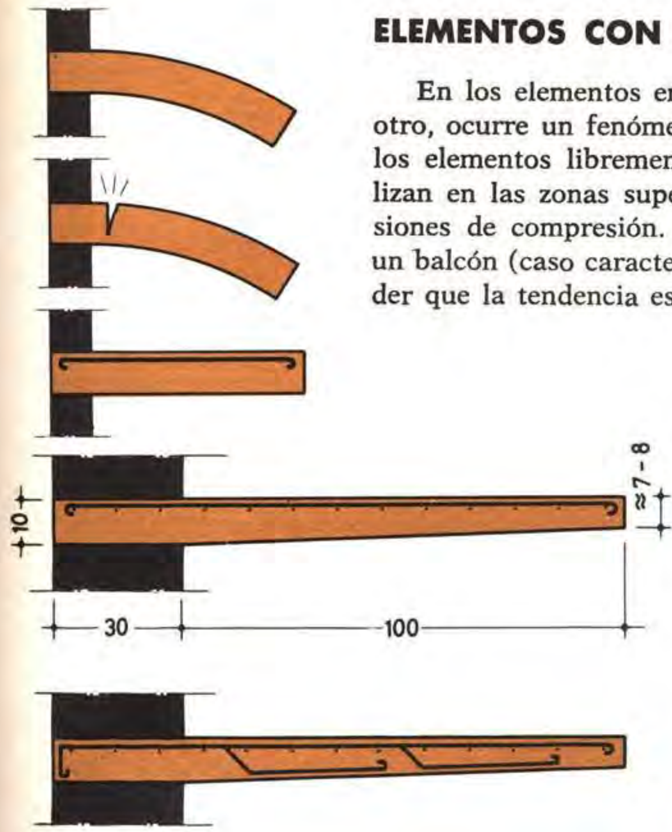


LOSA CONTINUA EMPOTRADA



LOSA EMPOTRADA CON VOLADIZO

ELEMENTOS CON UN SOLO EMPOTRAMIENTO



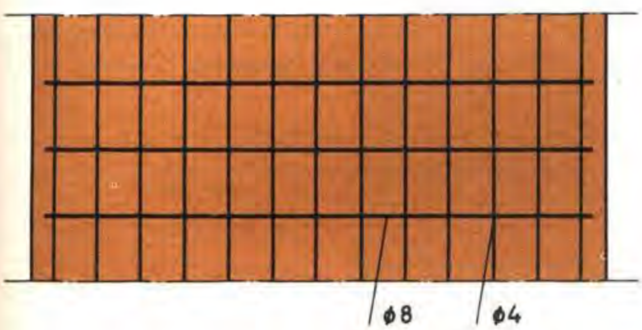
En los elementos empotrados por un extremo y con voladizo por el otro, ocurre un fenómeno totalmente opuesto al que encontrábamos en los elementos libremente apoyados: los esfuerzos de tracción se localizan en las zonas superiores, quedando las inferiores expuestas a tensiones de compresión. Basta imaginar una carga sobre el voladizo de un balcón (caso característico de esta clase de elementos) para comprender que la tendencia es la de doblarse hacia abajo.

Las armaduras, pues, se colocarán en la parte alta de la losa.

Estos elementos, toman, casi siempre, la forma de cartela. Es decir: se adelgazan por su extremo más saliente, para adquirir mayor espesor a medida que consideramos secciones más próximas al empotramiento.

El acartelamiento es útil porque al adelgazar la parte más saliente, le resta peso (disminuye la tensión debida al peso) quedando sólo la zona de mayor compresión, con el espesor que normalmente sería el de toda la losa.

Muchas veces se determinan armaduras que por su forma tienden ya a este acartelamiento descrito.

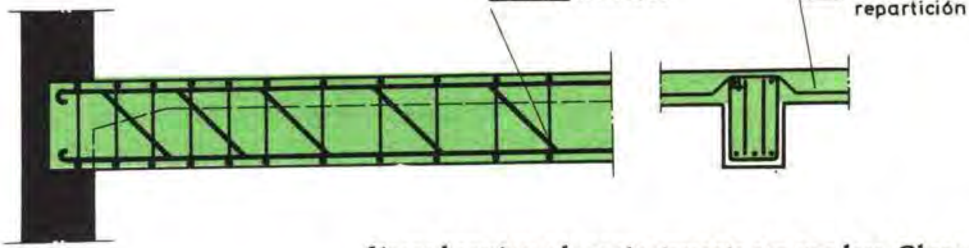


Fn esta planta quedan anotados los diámetros normales de los hierros transversales y longitudinales de las losas armadas. Las armaduras longitudinales son de ∅ 8 y las varillas de distribución de ∅ 4.

VIGAS O JACENAS

Una viga y una jácena son esencialmente lo mismo: elementos horizontales que trabajan a flexión soportando las cargas provocadas por los elementos que están por encima de naves y crujías, cargas que a su través se trasmiten a las columnas y pilares para llegar a los cimientos y terreno. La diferencia de nombre deriva del empleo específico de las vigas. Cuando una viga de sección cuadrada o rectangular (viga en H.A.) se emplea para sostener paredes, losas, vigas o viguetas y para el recubrimiento de huecos de paredes y ventanas en función de dintel, se la denomina jácena.

Hemos creído conveniente dejar bien sentada esta distinción antes de proseguir con nuestro estudio morfológico de los principales elementos de hormigón armado.



Jácena hormigonada conjuntamente con una losa. Observe cómo las varillas de distribución pasan por encima de la jácena, considerada como elemento sustentador.

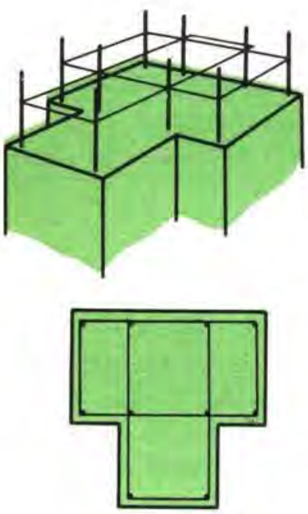
PILARES Y COLUMNAS DE HORMIGON ARMADO

Los pilares y columnas se construyen casi siempre unidos a jácenas o losas, siendo los elementos donde gravitan las fuerzas y a cuyo través se conducen al terreno las cargas útiles y peso propio del edificio.

El hormigón tiene una natural resistencia a la compresión que está en razón directa de la sección del pilar: a más sección, mayor resistencia a la compresión. Esta resistencia queda notablemente aumentada gracias a las armaduras longitudinales que impiden que el pilar *se hinche* transversalmente bajo la acción de la carga. El resultado de la acción conjunta del hormigón y de las armaduras es la posibilidad de contrarrestar cargas muy considerables con pilares o columnas de poca sección.

Según el sistema de colocar las armaduras y sus correspondientes estribos, se distinguen dos tipos: columnas o pilares con armadura simple y estribos y columnas zunchadas (o pilares zunchados).

PILARES O COLUMNAS CON ARMADURA SIMPLE Y ESTRIBOS



En los pilares en forma de T los estribos son dobles, uno transversal y otro longitudinal.

Los pilares con armadura simple y estribos son generalmente de sección cuadrada o rectangular, especialmente cuando la carga se presenta descentrada en relación con su eje.

Aunque esto sea lo general, en hormigón armado se emplea bastante la sección en T y la sección en L. Con ellas se consigue una mejor adaptación a la admisión de cargas a la vez que se economiza material y peso. Las columnas de sección poligonal (hexagonal, octagonal, etc.), se dan sólo en casos muy especiales.

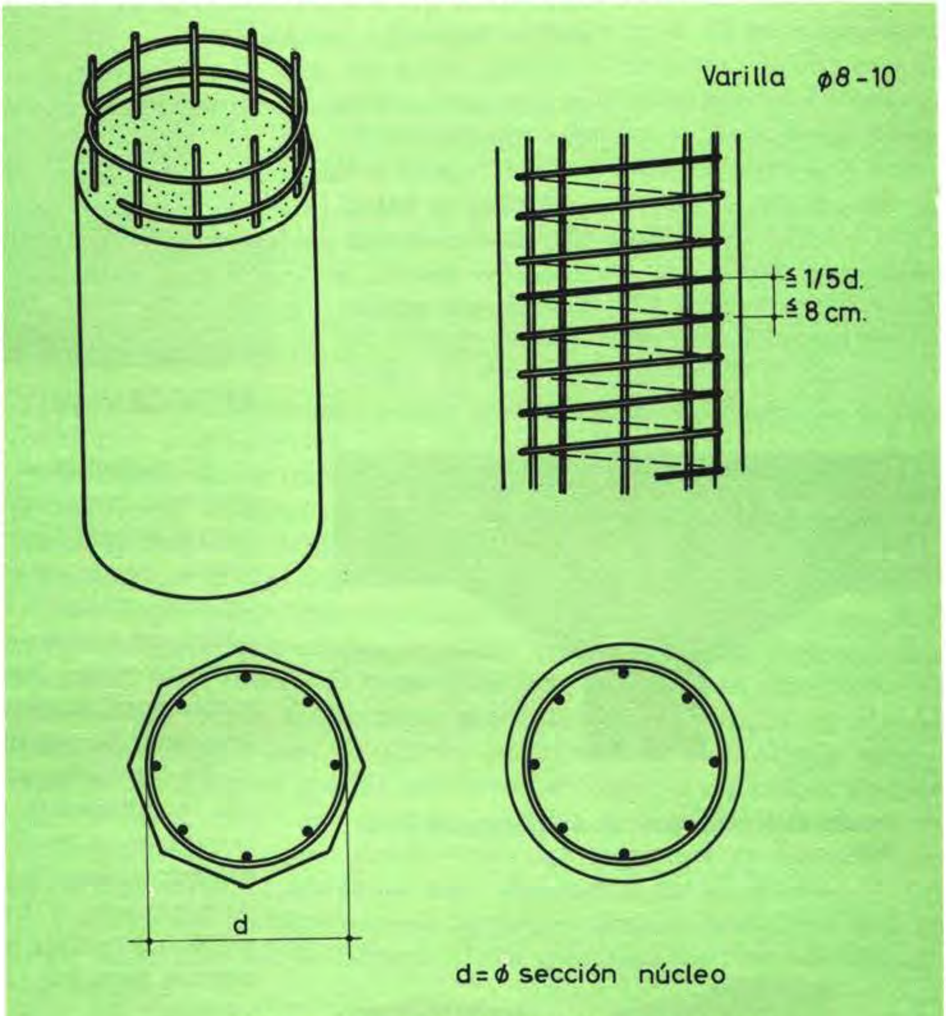
Las armaduras longitudinales de los pilares consisten en un mínimo de cuatro barras cuyo diámetro es de 14 mm como mínimo, dispuestas como señalando los vértices de la sección del pilar, pero guardando las distancias oportunas que aseguren un perfecto recubrimiento de hormigón.

Cuando pueden establecerse secciones suficientes, resulta antieconómico e inútil reforzar las armaduras o proyectarlas con hierros de mucha calidad, puesto que el hormigón, de por sí, es apto para resistir fuertes compresiones.

La sección de los hierros acostumbra ser un 0'8 al 2 % de la sección del pilar cuando la naturaleza del edificio admite pilares de sección normal suficiente.

Cuando se trata de proyectar pilares de sección reducida, el criterio a seguir es distinto. En los pilares esbeltos, el hierro juega un papel primordial, requiriendo cálculos especiales que dependen de la sección que se desea dar a la columna. Generalmente, los pilares con un lado de sección cuadrada o rectangular inferior a los 20 cm, sólo se aceptan en casos especialísimos.

Los cercos o estribos abarcan las barras longitudinales a intervalos cortos, asegurando al pilar contra el pandeo al que fatalmente se ven expuestos, tanto más cuanto mayor sea su esbeltez.



COLUMNAS DE HORMIGON ZUNCHADO

Tales estribos suelen tener un diámetro comprendido entre los 6 y 8 mm, guardando una distancia que nunca excederá a la medida del lado menor del pilar. La separación entre estribos también puede calcularse en función del diámetro de los hierros, en cuyo caso diremos que no puede ser mayor a 12 veces este diámetro.

Cuando la altura del pilar excede a 15 veces la medida del lado menor de su sección, se impone un cálculo particular para asegurarlo contra el pandeo.

La sección más propia de una columna es la circular, pero por dificultades de encofrado existentes hasta hace bien poco (antes de la aparición de los encofrados metálicos), se venía empleando casi exclusivamente la forma cuadrada, rectangular u octagonal.

Cuando las secciones son circulares o poligonales, las barras longitudinales se disponen siguiendo la circunferencia de la sección.

Ante tal disposición de las armaduras, los estribos pueden convertirse en un hierro envolvente de forma helicoidal, que actúa a modo de zuncho. De ahí que a este tipo de armaduras se las conozca con el nombre de columnas zunchadas.

Estas columnas sólo se construyen en casos especiales, evitándolas en edificios normales por la sencilla razón del mayor consumo de hierro que representan.

En cuanto al diámetro de los hierros en hélice, son de 8 a 10 mm y el paso de hélice (o sea la distancia entre dos secciones consecutivas que se encuentran en la misma perpendicular) se calcula a partir del diámetro interior de los hierros zunchados. Como máximo será igual a 1/5 de este diámetro interior.

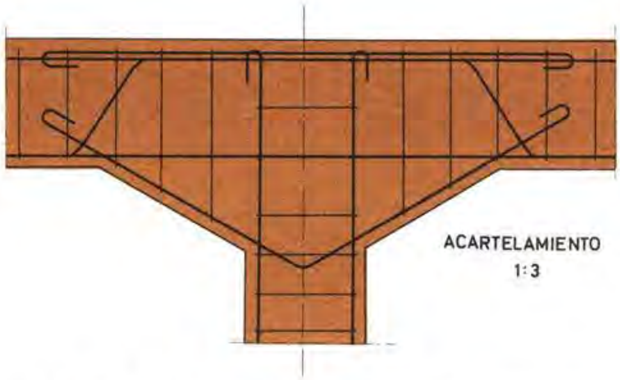
ENLACE

El monolitismo de las estructuras de hormigón, que hemos considerado una de sus características más representativas, se consigue en cuanto puede establecerse una unión perfecta entre los distintos elementos. De ahí que en las partes del edificio que requieren la dependencia de otras partes (caso característico de jácenas y columnas) se dejen armaduras salientes donde sujetar las que provienen de otros elementos.

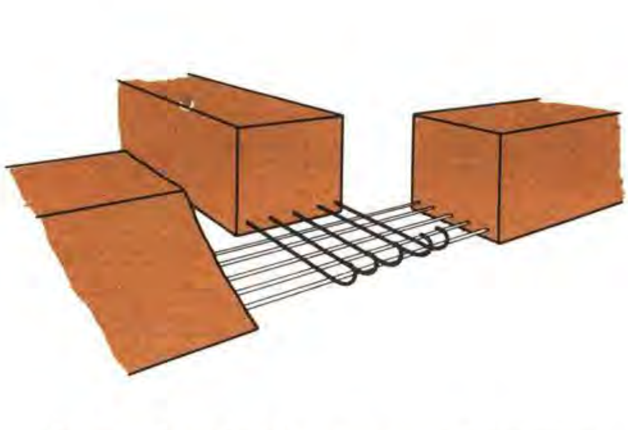
La transición entre columna y viga se efectúa introduciendo las armaduras extremas de la viga entre los hierros de la columna, enlazándose ambas. Este enlace, una vez recubierto de hormigón, se transformará en un todo monolítico. El enlace entre hierros de distintos elementos aumenta el grado de seguridad de la construcción.

Desde un punto de vista estático, la solidez de las formas adinteladas alcanza un máximo cuando se adoptan apoyos en forma de cartela. Sin embargo, actuando con suficientes márgenes de seguridad, tales cartelas se suprimen, tanto por razones de estética, como por la complicación que supone para los encofrados.

Cuando una jácena se apoya sobre otra, la totalidad de las armaduras de la jácena sustentante debe pasar por debajo de las armaduras de la sustentada.

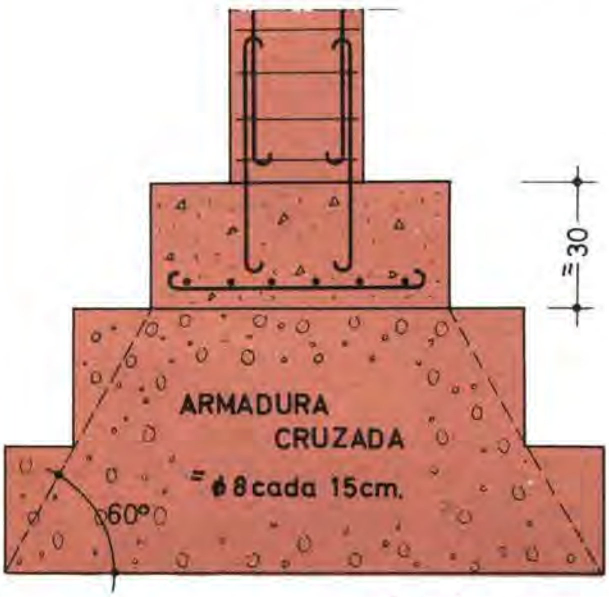


Detalle de la transición entre una columna y una viga.



Las armaduras de la jácena sustentada deben pasar por encima de las armaduras de la jácena sustentante.

Detalle de enlace entre cimientos y pilares.



Respecto a los enlaces entre pilares y fundamentos se actúa de formas diversas según la naturaleza de los bloques de cimentación.

Cuando los cimientos son de hormigón armado, la unión entre ellos y los pilares se verifica sin niguna base especial. En las fajas o macizos de cimentación se prevén las armaduras de enlace de las que se hacen arrancar los hierros longitudinales de cada pilar.

Si la cimentación no es de hormigón armado, entonces sí debe estructurarse una base especial para cada pilar, base que tendrá unas dimensiones dependientes de la carga que deberá recibir y de la resistencia del terreno. A mayor carga o a menor resistencia, corresponde un mayor volumen de base.

Estas bases tienen una altura aproximada que abarca desde los 20 a los 40 cm. En ellas se dispone una armadura cruzada con hierros de 8 a 10 mm ∅ a intervalos de 15 cm.

El enlace entre columna y base se consigue introduciendo en la base los hierros longitudinales de la columna.

Acabamos de dar unas ideas un tanto resumidas de las características principales de los elementos estructurales conseguidos con hormigón armado. La competencia del proyectista requiere estas ideas de principio, sobre todo en lo que tiene relación con la representación gráfica.

Hasta aquí, puede tener una visión de conjunto de los elementos libremente apoyados, empotrados con o sin voladizo y de los elementos sustentantes. Pero, dentro de estas divisiones, encontramos estructuras especiales que vienen a solucionar problemas específicos. La técnica del hormigón armado tiene soluciones prácticamente para todo y será al estudiar los distintos medios que permiten llegar a un mismo fin (forjado de pisos, cubiertas —bóvedas, cúpulas, techos fungiformes, etc.—, pavimentaciones) cuando detallaremos los elementos de hormigón armado especialmente diseñados para alcanzar el fin propuesto.

También los prefabricados de hormigón armado, que tanta difusión están alcanzando en la industria de la construcción, merecen un capítulo especial.

ACABADOS

Terminaremos hablando de los distintos acabados que pueden darse a las partes vistas de una estructura de hormigón armado. La solución más cómoda, sin duda, la constituyen los recubrimientos con revocados, aplacados y pintados. Pero estas soluciones acostumbran a ser las más impersonales.

Una solución que está ganando adeptos es la del *hormigón aparente*, o sea, aquella que deja a la vista el hormigón tal como sale del encofrado, o con un tratamiento posterior.



Curioso acabado de un dintel de H. A. Los relieves se han conseguido por medio de un encofrado que contiene el molde de los mismos.

Las superficies de color uniforme adquieren un interés especial cuando en ellas se imprimen las vetas de la madera de los encofrados. Esta textura especial del hormigón se consigue con facilidad siempre que se busque una absoluta uniformidad en las tablas en cuanto a su espesor y sequedad. De ese modo se obtienen iguales propiedades de absorción y adherencia, que garantizan una textura uniforme.

Para obtener superficies lisas no hay nada mejor que emplear encofrados metálicos. Con ellos, aparecen superficies prácticamente con calidad pulida.

El monótono color gris de las estructuras del hormigón puede desaparecer cuando, una vez desencofradas, se las trata con agua y cepillos de acero. Con ello desaparece la capa más externa del hormigón (que no afecta a la resistencia) y queda al descubierto el conglomerado de piedra y arena. Para ello, además del cepillo, se emplea un chorro de arena.

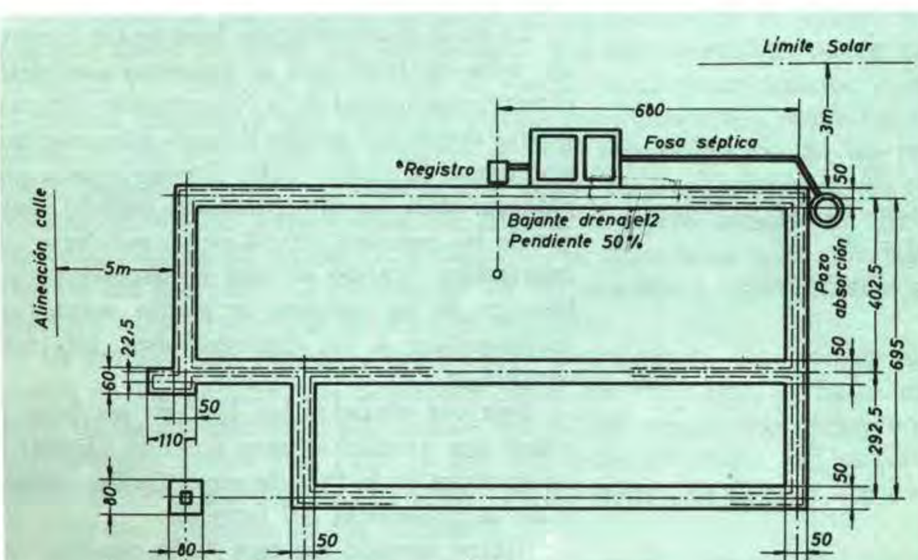
Como solución extrema para conseguir superficies de hormigón con un valor estético propio, debemos citar los intentos (muchas veces plenamente logrados) de aplicar dibujos decorativos en el encofrado. Con maderas clavadas y con yeso se han conseguido resultados francamente notables.

Proyectos 4

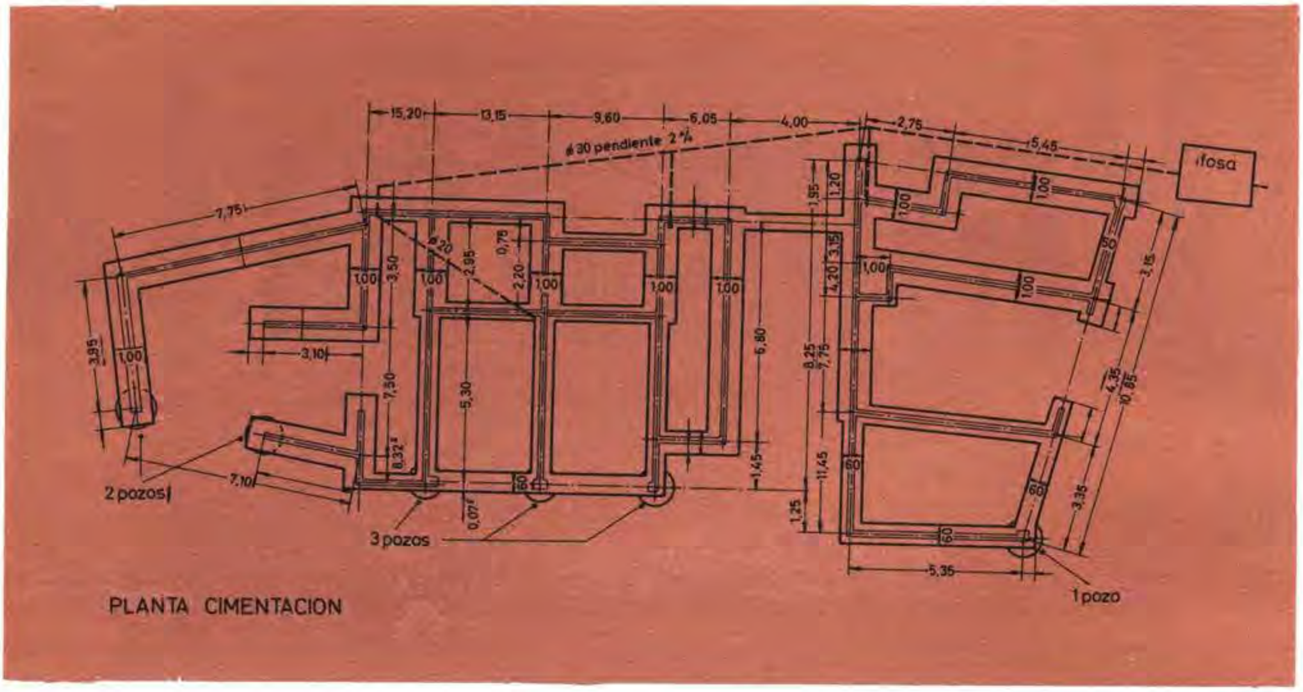
LAS PLANTAS DE CIMENTACION

La cosa es fácil de comprender: sólo cuando el edificio está completamente proyectado se conocen sus dimensiones, el material que lo integrará y la carga que se depositará en él cuando empiece a ser utilizado.

Si en la realización de un proyecto debiéramos seguir el mismo orden en que se construye el edificio es evidente que empezaríamos por el dibujo de las plantas de cimentación. Sin embargo, la realidad resulta todo lo contrario: el proyecto termina por el cálculo de los cimientos. Sólo entonces será posible calcular el peso propio del edificio y el de las cargas que en él deberán depositarse, añadiendo el correspondiente coeficiente de seguridad a cargas circunstanciales como nieve, viento, etc. La suma de todas estas cargas nos dará el peso que gravitará sobre los cimientos. Con estos datos en la mano entrará en juego el estudio realizado sobre la resistencia del terreno y según sea ésta, se determinarán las dimensiones de la cimentación.



PLANTA CIMENTACION



Que las plantas de cimentación sean los últimos dibujos realizados en el proyecto, no excluye la necesidad de procurarse un conocimiento a priori del terreno que permita determinar con mayor seguridad la situación del edificio y de sus cargas principales.

Hasta cierto punto, este conocimiento previo de la resistencia del terreno influye sobre el proyecto permitiendo, por ejemplo, distribuir las cargas uniformemente sobre una losa o sobre pilotes. No olvidemos que es la naturaleza del terreno lo que condiciona el sistema de cimentación a emplear.

Es en la determinación final de las dimensiones de los cimientos cuando debe contarse con el proyecto completo del edificio, puesto que el dimensionado final de la cimentación deberá estudiarse a partir de aquella planta donde las cargas lleguen más concentradas; es, como puede comprenderse, la planta baja. Tomando esta planta como punto de partida plantearemos los cimientos del edificio teniendo muy en cuenta que el eje de las paredes deberá corresponderse con el eje de las zanjas de cimentación, cuando es éste el sistema adoptado. Dicho de otra forma: los ejes de las paredes, en planta, serán (casi siempre) los mismos que corresponden a las cimentaciones. Los tabiques, naturalmente, no se consideran.

Una vez situados los ejes de las fajas de cimentación basta determinar sus anchuras, para tener el planteo final de la base del edificio. La anchura de la faja de cimentación, recuérdelo, depende de las cargas y de la resistencia del terreno.

Hemos situado los ejes de la cimentación y la anchura de las fajas. ¿Y la profundidad de las mismas? En los planos de construcción difícilmente la veremos determinada, a no ser que se trate de una obra importante que haya exigido sondeos y estudios especiales del terreno. Lo normal es que en el Pliego de Condiciones se haga constar que las

cimentaciones se profundizarán hasta 1'20 m, por ejemplo, advirtiendo a continuación que si el estudio detallado del terreno, una vez puesto al descubierto, exige una mayor profundidad de los cimientos (circunstancia que repercutirá en un mayor cubicaje de tierra excavada y de cimiento colocado) se procederá a corregir las partidas que figuran en el presupuesto calculado sobre unos datos de principio. Quede claro que en la planta de cimientos no se representa su profundidad. Lo que sí podría hacerse (y a veces se hace) es acotarla con números negativos en relación con un plano horizontal de comparación. Estas cotas con números negativos indicarían la cantidad de metros a profundizar por debajo del nivel del terreno que se toma como referencia y que se indica así: = 0'00 en algún lugar del plano.

La profundidad de los cimientos tampoco se indica en las secciones, que se dejan interrumpidas mediante líneas de rotura.

LOS DIBUJOS - LINEAS A EMPLEAR

Veamos algunos conceptos normativos que nos faciliten la correcta representación gráfica de estas plantas.

Los contornos de las zanjas de cimentación se representan generalmente *con línea llena gruesa. Los ejes,* en cambio, se trazan *con línea delgada.* Aunque no sea una norma de aplicación general, las paredes (que nos vienen determinadas por la situación de los ejes) suelen grafiarse sobre las mismas plantas de cimentación, por varias razones: porque ayudan a comprender los diferentes grosores de zanja; porque nos recuerdan el edificio con la situación de los pesos concentrados o repartidos y además, porque nos sirven para el replanteo de las paredes sobre los cimientos ya realizados. Cuando se opta por representar la situación de las paredes en correspondencia con los ejes de las zanjas de cimentación, tal representación se hace con línea llena muy fina.

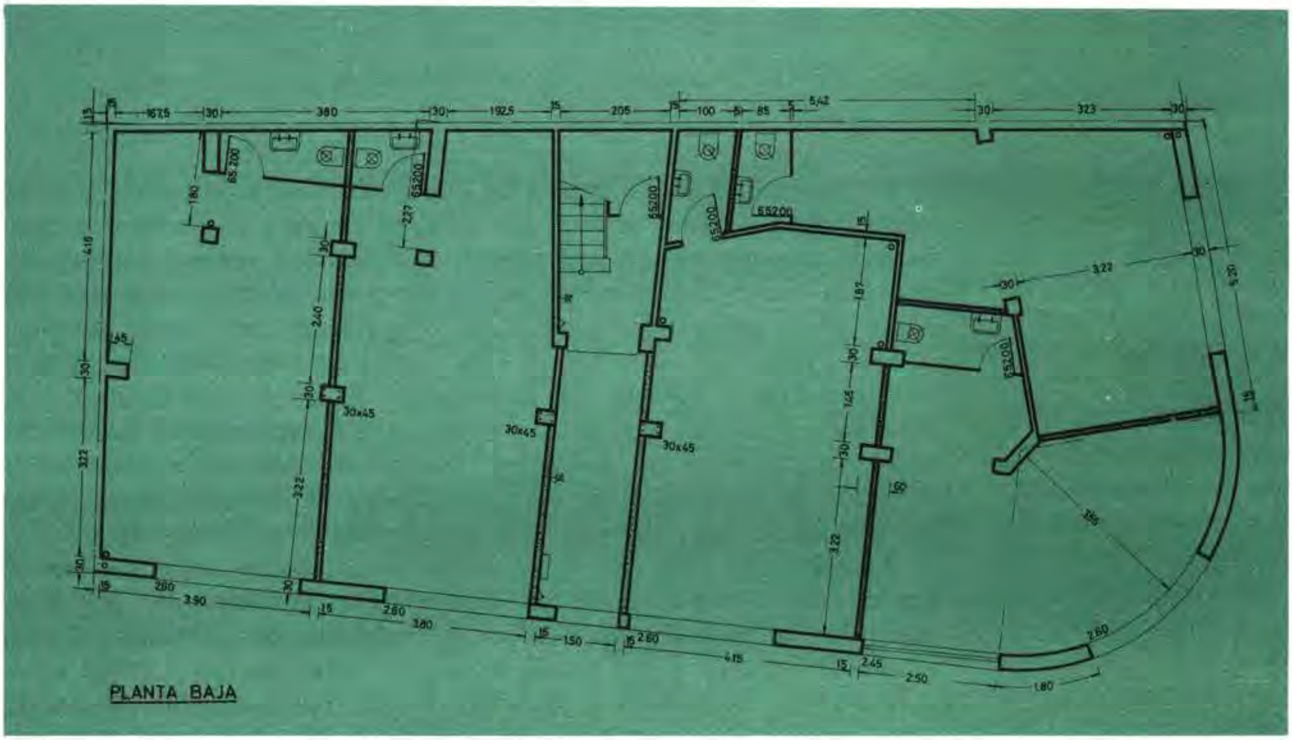
Acabamos de decir que la situación de las paredes no es una norma fija que deba aceptarse sin condiciones. Tal representación puede suprimirse. Por ejemplo, en el caso de existir muchas acotaciones, o en el caso de trabajar a una escala de mucha reducción como puede ser la escala 1:100. Pero dada la utilidad de esta representación de las paredes, pueden adoptarse grafismos que eviten errores interpretativos en plantas demasiado complicadas. Un sistema aceptado consiste en dibujarlas con líneas de trazos. Otro, hacerlo con línea llena pero sólo insinuando los espesores de las paredes en los ángulos o lugares donde se precisen como datos que faciliten el replanteo.

La manera más rápida y segura para conseguir la situación de los ejes y de las paredes que descansan sobre los cimientos, es hacer un calco de las paredes de la planta baja del edificio proyectado excluyendo los tabiques. Sobre este calco y con los datos obtenidos del estudio previo que ha determinado la anchura de las zanjas, se procede a trazar el contorno completo de los cimientos.

Cuando se hace el calco de la planta baja, es de gran utilidad calcar la situación de los bajantes de desagüe con el fin de tenerlos situados automáticamente en la planta de cimentación. Esta providencia permite una visión conjunta de zanjas y desagües, y con la solución simultánea

de ambas cuestiones determinar el recorrido más directo de todas las conducciones, unificándolas en lo posible; evitando perforaciones inútiles en los bloques de cimentación y procurando que estas perforaciones se resuelvan *en los lugares más estrechos.*

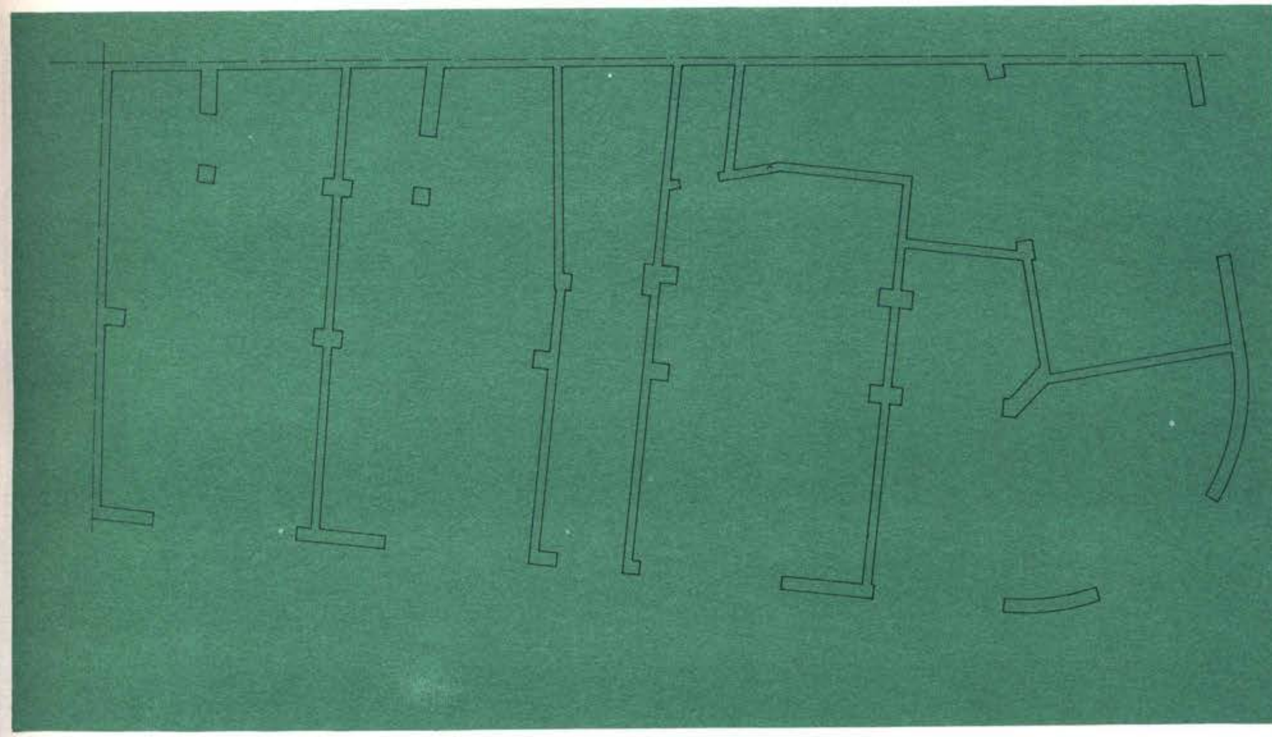
La acotación de estas plantas es tarea delicada. Se repiten cotas con mucha facilidad, se detalla en exceso con medidas que no son verdaderamente necesarias para el replanteo de los cimientos. Se cae en un enorme confusionismo que dificulta la interpretación del dibujo. Al acotar una planta de cimentación se pensará en la disposición clara de las cotas seleccionando las que son necesarias para el replanteo y, sobre todo, se procurará no repetir ninguna cota sin un motivo que lo justifique. Observe atentamente los ejemplos adjuntos y vea, además, cómo se acota el conjunto con respecto a los límites del solar.



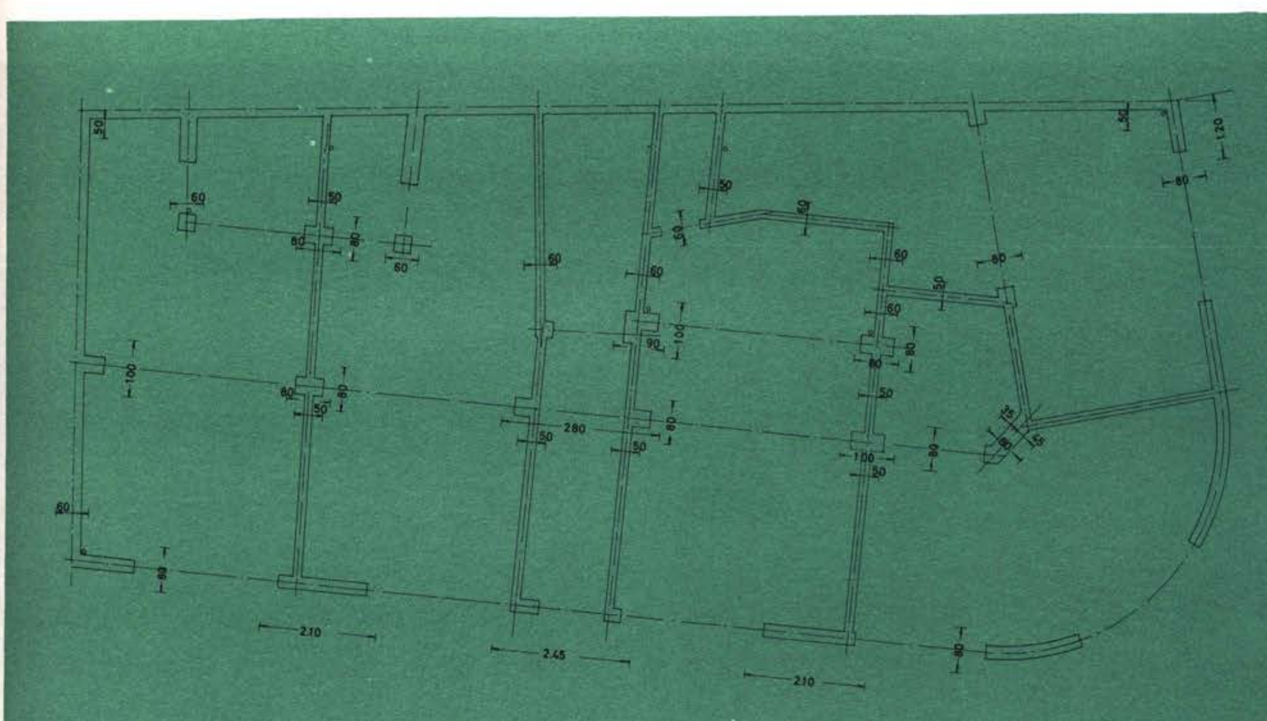
Planta baja acotada. A partir de este plano dibujaremos la planta de cimentación. Vea el proceso en las dos páginas siguientes.

Las conducciones de desagüe que figuran en las plantas de cimentación se representan mediante líneas de trazos que, en esta planta, no hay posibilidad de confundir con vigas inexistentes. Junto a estas líneas de trazo que representan los desagües se anota el diámetro de la conducción y el tanto por ciento de pendiente que debe darse a la misma.

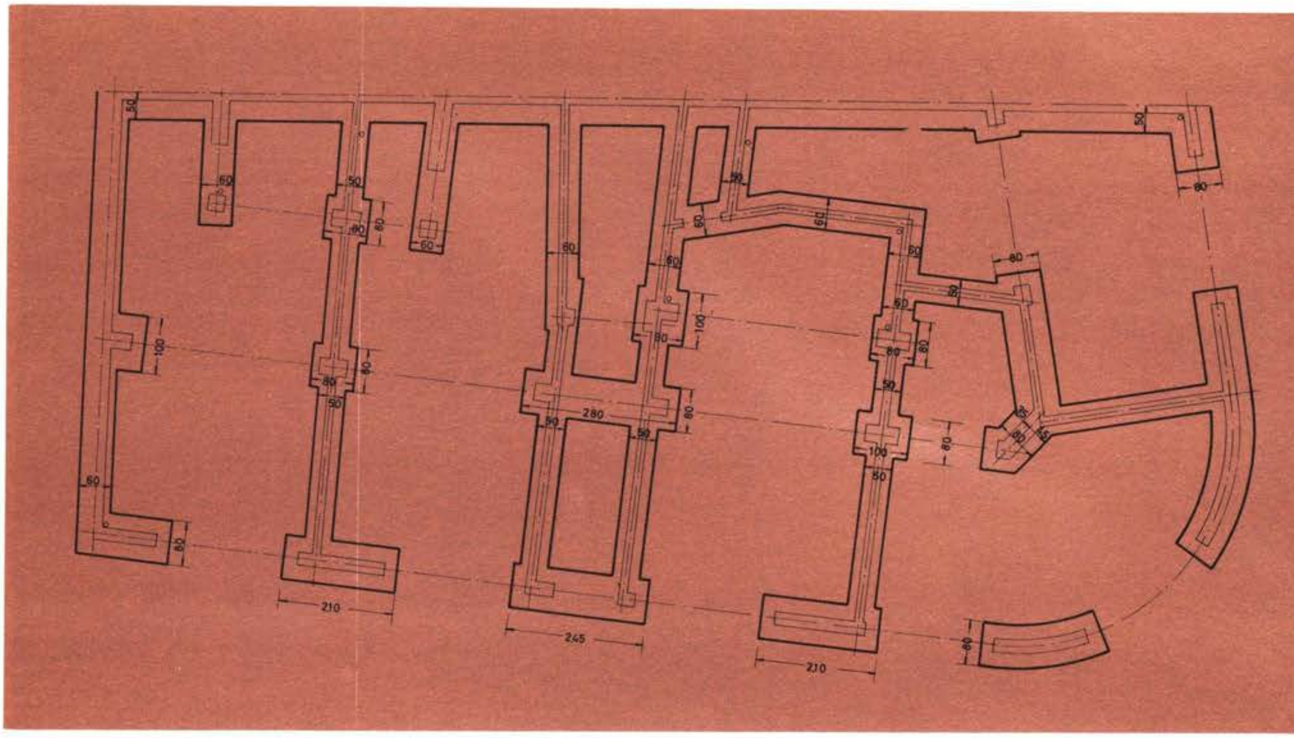
Aunque es cosa sabida, debemos insistir sobre el hecho de que en construcción no existen unas normas aceptadas universalmente. Por lo tanto estas instrucciones, que creemos claras y precisas, puede verlas alteradas o sustituidas por otros sistemas de representación más o menos similares, según la costumbre o manera de trabajar adoptados por cada oficina técnica.



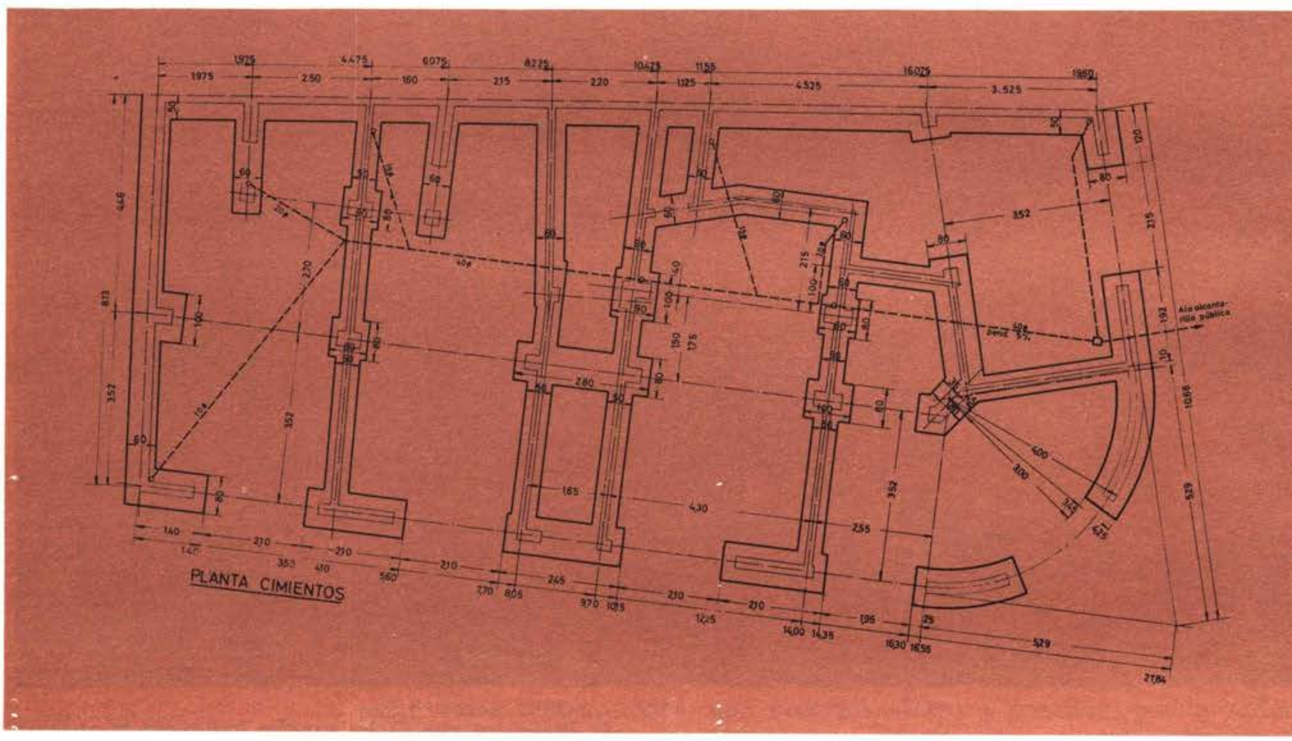
Empezaremos por hacer un calco de las paredes de la planta baja.



Se sitúan los ejes de las paredes indicando la anchura calculada para las zanjas de cimentación. Conviene situar los bajantes de los desagües.



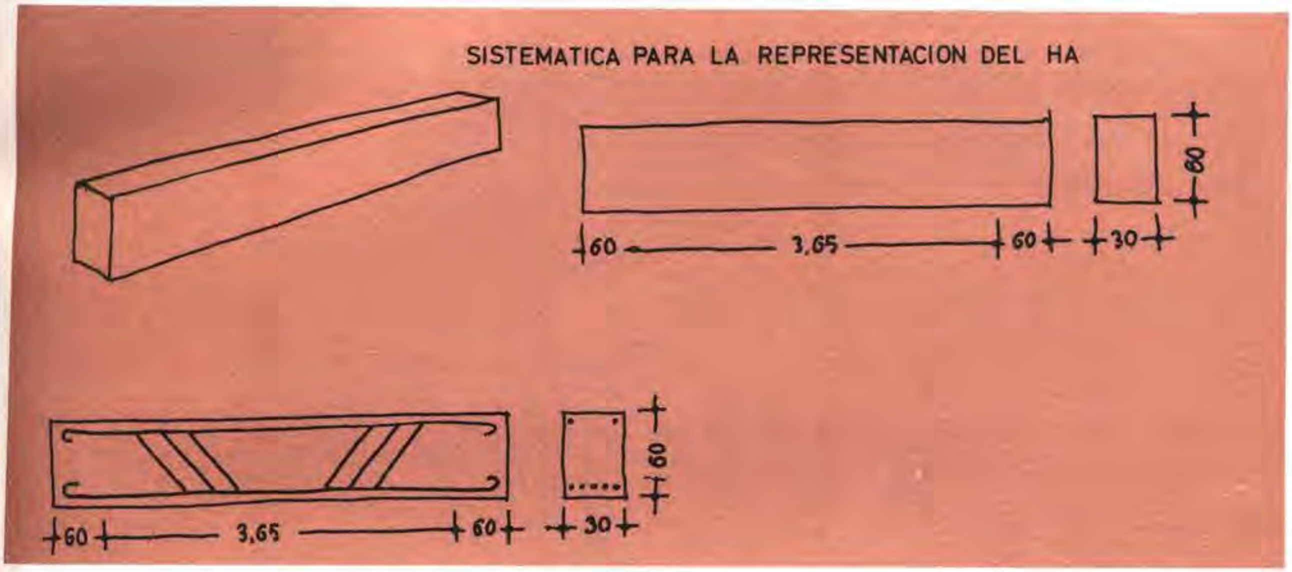
Ahora ya podemos dibujar las zanjas de cimentación previamente acotadas en sus anchuras. Basta ajustarse a las cotas establecidas.



Ponemos cotas a los ejes que se juzgan necesarios para el replanteo. Se indica la red de desagües anotando los diámetros y porcentaje de pendientes.

EL DIBUJO DEL HORMIGON ARMADO

Cuando se trata de dibujar planos de estructuras de hormigón armado, surgen dos problemas distintos. Unos de ellos es la solución gráfica de la forma externa de la estructura de hormigón. El otro, la necesidad de representar las armaduras internas de estas estructuras.

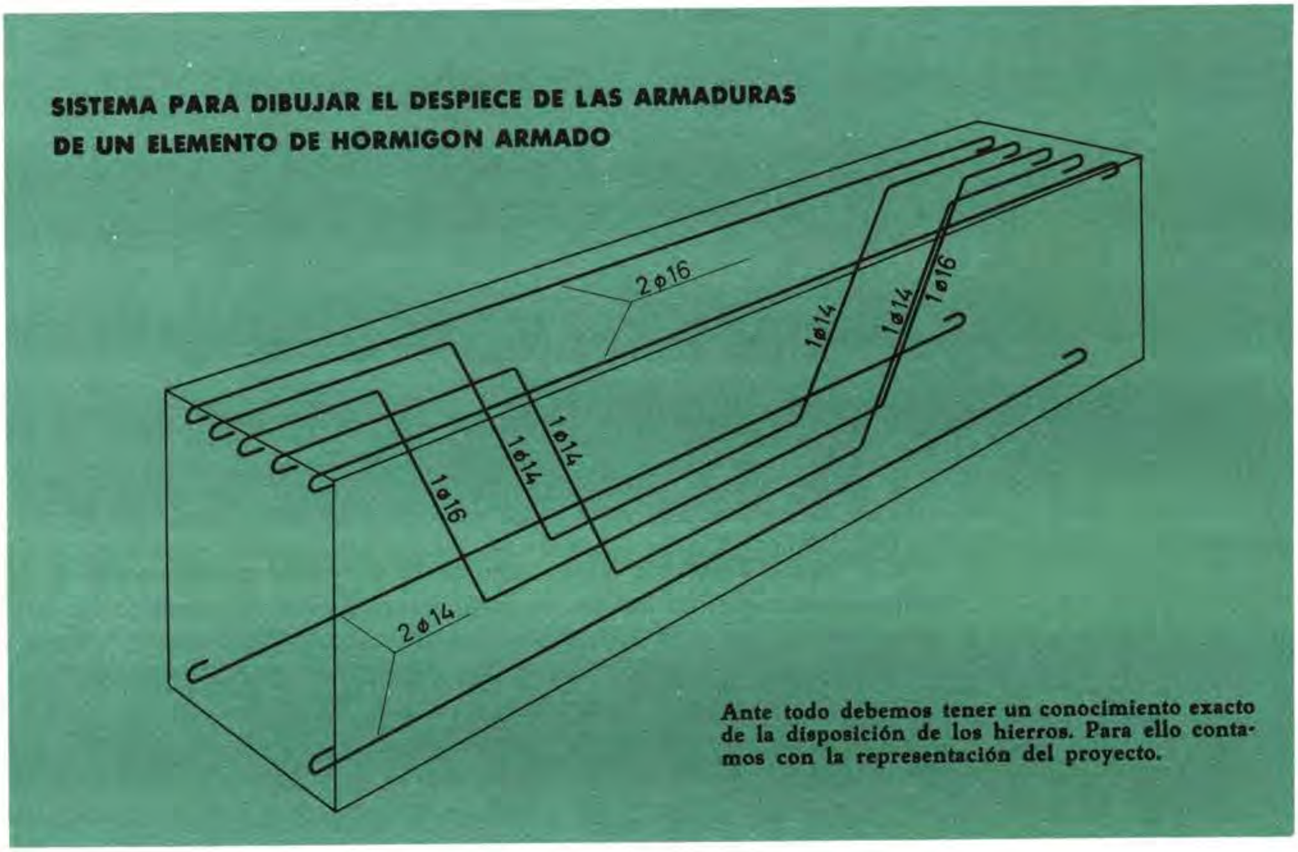


En primer lugar conviene asegurar *la completa comprensión de la forma estructural del bloque* en cuyo interior están contenidos los hierros. Una vez representado el perfil del bloque de hormigón, se dibujan los hierros con su espesor propio y su situación correcta dentro del macizo, siendo muy importante *escoger aquellas secciones o vistas del bloque que mejor caractericen las formas externas y situación de los hierros contenidos.* Lo que hemos dicho en pocas palabras muchas veces es difícil de conseguir. Sólo el ver, juzgar y actuar conforme a un juicio ponderado dará al proyectista la intuición y visión clara del mejor sistema representativo.

Las acotaciones de las estructuras de hormigón armado se refieren casi siempre al macizo y rara vez a los hierros que se encuentran dentro de él. Que las armaduras se encuentren o no acotadas tiene muy poca importancia, puesto que —como hemos visto— sus diámetros y situación relativa se ajustan a unas normas y proporciones perfectamente determinadas. Hemos visto cómo el diámetro de los hierros condiciona la armadura ¿recuerda? De ahí la importancia de las anotaciones que hacen referencia al diámetro de los hierros y a la cantidad de los mismos, anotaciones que es imprescindible incluir en los planos que representan macizos de hormigón con su correspondiente armadura.

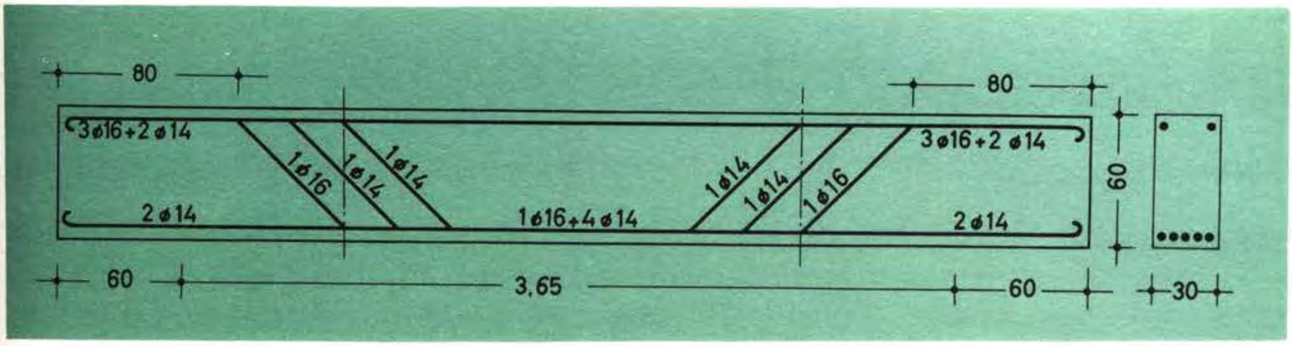
Observe que nos hemos referido a las barras de hierro pero no a los estribos. Estos elementos representan una excepción en lo que a cotas se refiere. No se acota nada de cuanto hace referencia a diámetros y situación conjunta de las armaduras pero sí que *deben acotarse las distancias que guardan los estribos entre sí y también la longitud de aquellos tramos en que los estribos mantienen una separación constante.*

Característica especial de los proyectos de estructuras de hormigón armado son los planos de despiece de las armaduras, imprescindibles en la inmensa mayoría de casos. Estos planos de despiece tienen la misión de orientar a la empresa constructora de una forma inequívoca sobre el tipo exacto de hierro que se le pide y dar al personal encargado de montar las armaduras los datos necesarios y exactos que exige el proyecto.

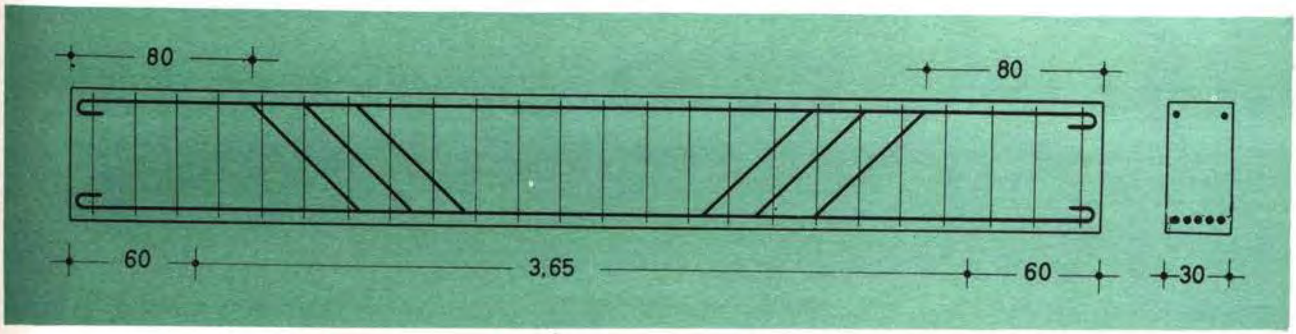


Con total independencia de los planos que muestran conjuntamente el macizo y los hierros que figuran en su interior, se dibujan otros planos, generalmente a mayor escala, en los que omitiendo el contorno del bloque de hormigón se dibujan los hierros en la posición que tomarán dentro del macizo. En estos planos y por razones de espacio se permiten algunos cruces de cotas; pero a veces es necesario separarlos por completo para obtener una absoluta claridad. Junto a la armadura nunca se omitirá el diámetro ni la cantidad de hierrosiguales que se precisan. En estos planos especiales sobre la situación y cantidad de armadura deben integrarse los estribos.

Se representan los hierros por separado para que puedan identificarse en forma, cantidad y calidad. *siendo absolutamente necesario indicar la clase de acero que debe emplearse* para que la resistencia responda a los cálculos efectuados, sobreentendiéndose que *de no existir ninguna anotación en este sentido el acero representado es acero común*: cilíndrico liso.



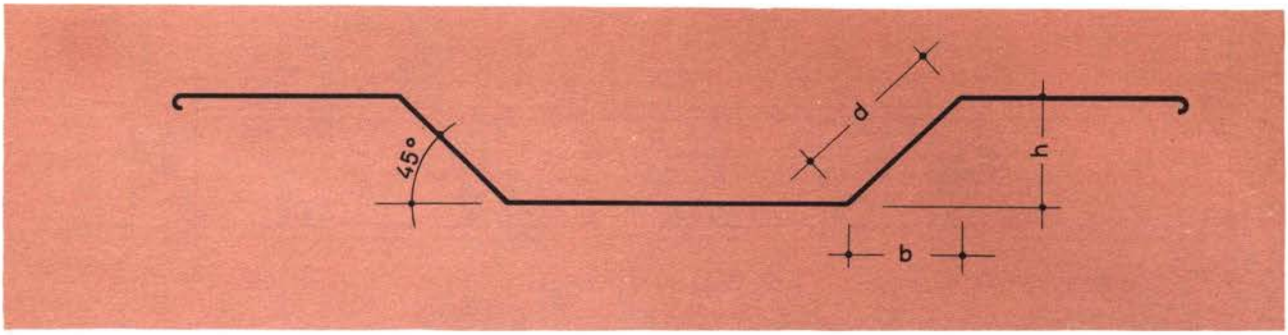
Dibujaremos lo que corresponde al apartado 3 del primer gráfico de este capítulo. En este dibujo anotaremos: a) Las cotas para la situación exacta de los hierros (p. ej. la cota 80). b) Anotaremos en cada tramo el número y diámetros de los hierros existentes (por ejemplo, 3 ∅ 16 + 2 ∅ 14). La primera cifra indica la cantidad de hierros y la segunda el diámetro.



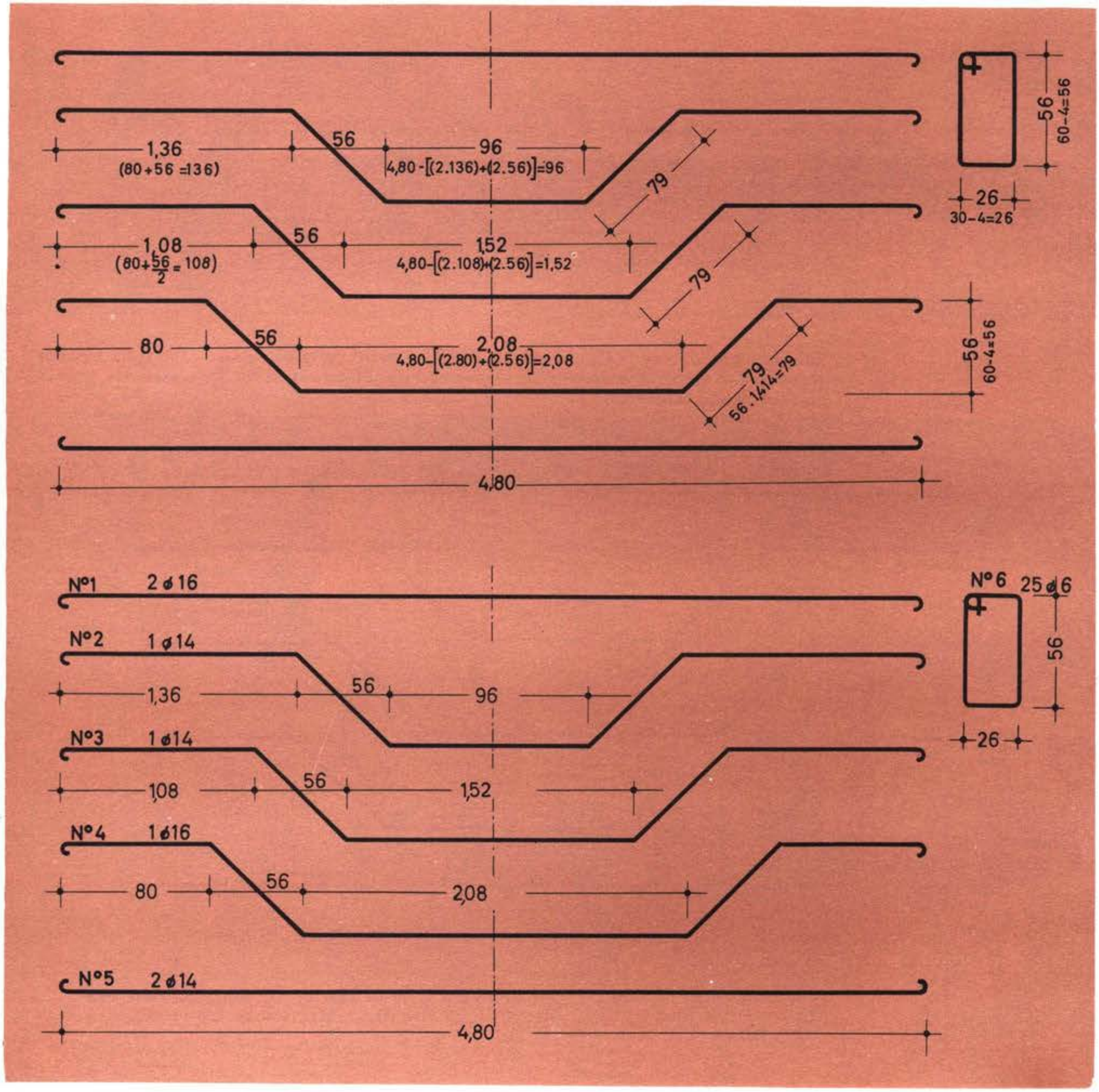
Sobre lo anterior se indica la posición de los estribos, y su diámetro, aunque muchas veces no se dibujan; basta indicarlo por escrito. Si es necesario se acotan los tramos de separación constante.



Calcándolos del conjunto que hemos dibujado se trazan por separado cada una de las armaduras según el orden que guardan dentro del macizo. No se excluyen los estribos.



Deberemos acotar el despiece anterior y para ello buscaremos el valor de la diagonal d que deducimos de sus proyecciones h y b. Es h = b. El valor h es igual a la altura del macizo menos 4 o 5 cm. Al ser d inclinado a 45º, su valor en función de h será: de = $\sqrt{2h^2}$ = 1'414 × h.



ULTIMAS OPERACIONES

Acotaremos el despiece (estribos también) tomando por base la longitud del hierro inferior que en nuestro ejemplo es de 4,80 m. Con números más pequeños indicamos cómo se han deducido las distintas cotas. Si existe lista de hierros numeraremos cada diámetro distinto; sin que se confunda con este número de orden se anota la cantidad y diámetro según se deduzca del plano de conjunto.

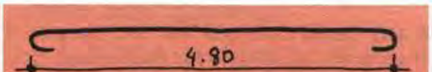
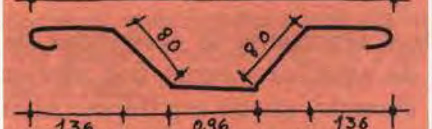
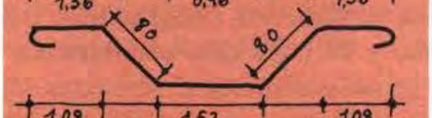
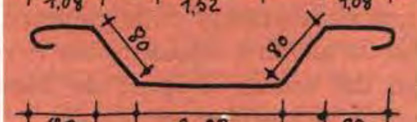
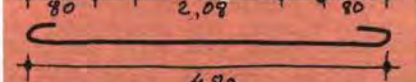
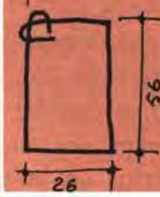
LISTA DE HIERROS

La cantidad de hierro a adquirir para una determinada obra de hormigón armado, así como su valor, es un dato más necesario al constructor que al arquitecto. Pero, dado que el proyectista lo mismo puede prestar sus servicios en una oficina de arquitectura que en una empresa constructora, debe conocer por lo menos uno de los modelos de *listas de hierros* de las que se emplean para identificarlos y presupuestarlos.

En estas listas se desglosan las diferentes cantidades de hierro de acuerdo con los distintos diámetros, desglose que permite cursar pedidos exactos citando la cantidad de hierro de cada diámetro que vamos a requerir.

En el despiece se numeran todos los hierros dando un número diferente a todos los que tengan diferente forma y diámetro. Esta numeración establece el orden a seguir en la lista de hierros.

En la segunda columna de esta lista se indica la cantidad de piezas de igual dimensión que requiere el proyecto, cantidad que debe corresponderse con la pieza numerada.

N.	Piezas	∅	FORMA (croquis fuera de escala)	Longitud	Long. total	Peso kg/m.l	Peso total	OBSERVACIONES
1	2	16		5,04	10,08	1,568	15,80	
2	1	14		5,49	5,49	1,199	6,58	
3	1	14		5,49	5,49	1,199	6,58	
4	1	16		5,52	5,52	1,568	8,65	
5	2	14		5,01	10,02	1,199	12,01	
6	24	6		1,73	39,82	0,22	8.76	estribos
						total	58,38	
						+ 5 % recortes	2,91	
						total Kg.	61,29	

En la columna ⌀ (correspondiente a los diámetros) se indica el de los hierros que se consideran, teniendo en cuenta que no pueden mezclarse hierros de distintos diámetros, puesto que una diferencia en este sentido representa otro número de orden. Recuerde que el número de orden corresponde a hierros distintos en forma y diámetro.

En la columna *forma* se dibujan los hierros con su estructura característica e identificable, pero sin necesidad de ajustarse a una escala. En cambio, se acotan para poder comprobar los cálculos que se efectuarán a continuación.

En la columna *longitud* se anota la que corresponde a la pieza antes de doblarse. Es decir: se considera la barra completamente extendida o recta. Para ello nos valdremos de las dimensiones acotadas, sumando las longitudes de los distintos tramos y añadiendo al total la parte correspondiente a los ganchos terminales, cuya longitud suele ser equivalente a 7 u 8 diámetros; esto representa considerar para cada par de ganchos terminales una longitud aproximada de 15 diámetros. Lo que se inscribe en esta columna es la longitud total de una sola barra, una vez calculada.

En la columna *longitud total* se inscribe el producto de la longitud de una sola barra por el número que expresa la cantidad de barras iguales existente. Se multiplica la cantidad de la columna *longitud* por la cantidad de la columna *piezas*.

A continuación encontramos la columna *peso en kilogramos por metro,* donde se expresa el peso del metro lineal de barra del diámetro que consideramos.

En la columna *peso en kilogramos* se anota el peso total, es decir, el producto de lo que pesa un metro lineal de barra por la longitud total de la misma.

La columna *observaciones* representa la posibilidad de una mejor y más rápida identificación de aquellos hierros que ofrezcan alguna duda. En esta columna, por ejemplo, puede escribirse: hierro transversal de repartición o simplemente su dirección (longitudinal, transversal, etc.). Puede tratarse de un estribo y en cuya caso escribiremos esta palabra: estribo.

La suma de los valores que encontramos en la columna peso en kilogramos nos dará el peso total de hierro a adquirir, con lo cual podremos saber rápidamente el precio del mismo después de haber aumentado un 5 % en concepto de recortes y posibles empalmes.

Para cursar el pedido no hace falta una lista tan completa que en lugar de facilitarnos la labor la complicaría. Para cursar el pedido se hace una *lista resumen* en la que sólo existen dos columnas. La primera se encabeza con el símbolo de diámetro y la segunda con la abreviatura de Tm o de Kg. A la derecha de cada diámetro se escribe el total de los pesos, datos que se extraen de la lista de hierros, sumándolos aparte y calculando el 5 % de recorte antes de inscribirlos en la tabla resumen. Naturalmente, la suma de la tabla resumen ha de coincidir con el peso de la lista de hierros.

LISTA - RESUMEN

⌀	Peso	
6	9,19 Kg	(N. 6 + 5 °/₀
14	26,42 »	(N. 2, 3 y 5 + 5 °/₀)
16	25,67 »	(N. 1 y 4 + 5 °/₀
	61,28 Kg	5 °/₀ (incluido)

Prácticas de dibujo en construcción

5

SISTEMAS GRAFICOS PARA LA IDENTIFICACION DE DISTINTOS MATERIALES EN LAS SECCIONES

La naturaleza del material sólo se pone de manifiesto en las partes seccionadas.



Por medio de representaciones convencionales identificamos en los dibujos del proyecto los distintos materiales que integran una construcción. Esos dibujos aparecen en aquellos lugares donde tales materiales quedan seccionados. Es decir: los símbolos se emplean en las secciones verticales y plantas (secciones horizontales) para mostrar la situación del material dentro de la forma constructiva.

Los convencionalismos gráficos se acompañan de anotaciones abreviadas para una mejor identificación del material, sobre todo en plantas y dibujos de detalle.

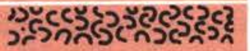
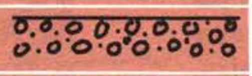
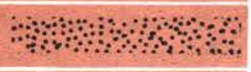
Ambas cuestiones (gráficos y abreviaturas) quedan normalizadas por la norma DIN 1356.

La DIN 1356 establece la identificación del material mediante grafismos que permiten la ejecución del dibujo con tinta negra. La búsqueda de símbolos que puedan grafiarse y distinguirse a base de una sola tinta responde a la necesidad de policopiar los planos originales, copias que sólo permiten un color que puede ser el azul, el sepia (sistema acográfico) o negro (sistema Océ). La identificación del material tiene tanta importancia en los planos copiados como en los planos originales; dado que las copias no admiten el color, se comprende que las DIN prescriban grafismos que solucionen la cuestión a base de un solo color, que normalmente será el negro.

Ya hemos dicho que estas normas prevén unas abreviaturas. Estas, como es natural, se ajustan a las exigencias de cada idioma y concretan las características de cada material.

Además, para los dibujos opacos (que no deben ser policopiados) se asignan a cada material determinados colores que vienen a ser otra característica gráfica para identificarlos. Así, por ejemplo, el bermellón es el color característico de las fábricas de ladrillo y de mampostería.

REPRESENTACIONES CONVENCIONALES SEGUN LA NORMA DIN 1356
de los diferentes materiales representados (o grafiados) en las partes seccionadas de los Dibujos de Construcción

Material	Dibujo en negro	Dibujo en color	Abreviatura que se añade
turba y tierras análogas		sepia	
terreno natural		siena tostada	
terreno sobrepuesto		gris-amarillo	
fábrica de ladrillo con mortero de cal		bermellón	
fábrica de ladrillo con mortero de cemento		bermellón	cem
fábrica de ladrillo con mortero de cal y cemento		bermellón	c cem
fábrica de ladrillo hueco con mortero de cemento		bermellón	l h / cem
fábrica de ladrillo de cal y arena con mortero de cal		bermellón	l c a
mampostería de piedra con mortero de		bermellón	
mampostería hidráulica		bermellón	
grava		sepia	
escorias		gris oscuro	
arena		amarillo de cinc	
solado (de yeso)		ocre	Pv y
revoque		ocre	
hormigón de cemento		azul-gris	
hormigón armado		azul-gris	h a
metal		azul cobalto	
madera		siena	
vidrio		verde	vdr
sustancias aislantes		sepia	

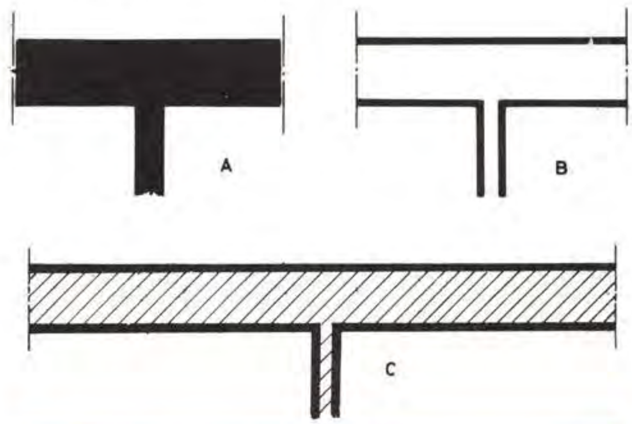
Estos colores se aplican con lápices o minas cuando se trata de superficies pequeñas y con acuarela cuando las superficies a colorear son mayores. También existe la solución intermedia: trabajar con lápiz acuarela, de los que existen varias y muy buenas marcas; admiten los dos tratamientos: puede grafiarse como lápiz de color y luego, con un pincel humedecido con agua, se da a este primer grafismo la calidad de la acuarela.

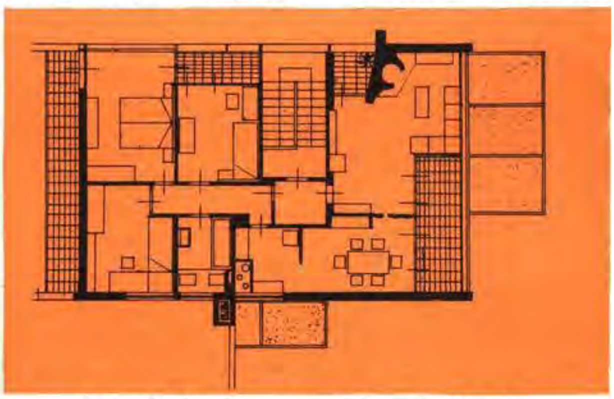
Es interesante conocer la existencia de unos lápices de color de calidad especial, cuya característica —directamente aplicable al dibujo técnico— es su opacidad. Es decir: estos lápices proporcionan manchas de color sin transparencia. Tal propiedad permite la obtención de planos transparentes cuyas representaciones de material pueden ser a color, sin que ello impida la obtención de copias. Citaremos, como más conocidas, dos marcas: la Castell-Color de la firma A. W. Faber-Castell (Stein Bei Nürenberg) y la Mars Lumochrom de la firma Staedler (Nürenberg).

Hablaremos más adelante de la forma correcta de usar los colores y pinceles. De momento, determinamos cuáles son los símbolos y abreviaturas, así como los colores que, según la DIN 1356, representan los distintos materiales de la construcción.

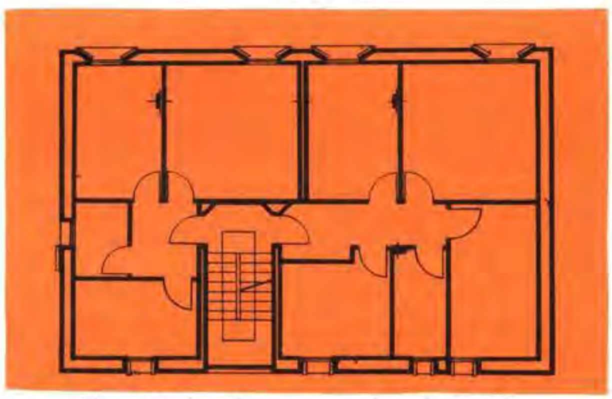
SISTEMAS DE REPRESENTACION NO NORMALIZADOS

Estos sistemas de representación normalizados no siempre se tienen en cuenta. En muchas oficinas técnicas de arquitectura y construcción se adoptan sistemas propios, algunos de los cuales, sin que puedan considerarse normalizados, han alcanzado un franco éxito, siendo aceptados y reconocidos como válidos.

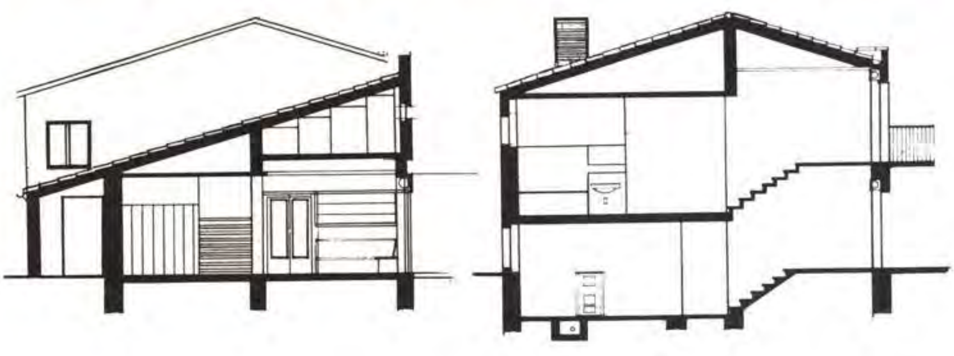




Ejemplo de planta según la solución A.



Ejemplo de planta según la solución B.



Secciones verticales solucionadas por el sistema A. Superficies cortadas completamente negras.

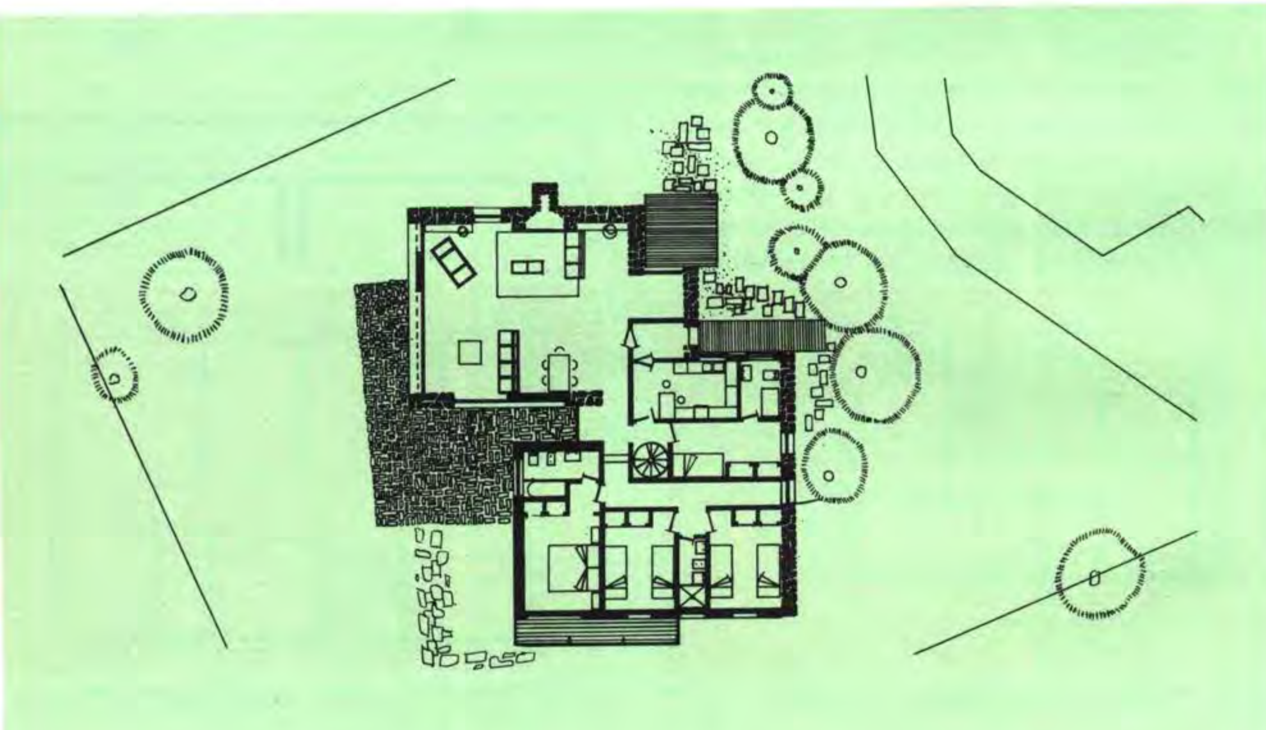


Sección en planta de un muro de mampostería y sección vertical de un muro de ladrillo.

Estos sistemas no normalizados se deben muchas veces al factor tiempo: a la necesidad de ganar en velocidad de ejecución.

Lo normal es que toda obra de fábrica se represente llenando de negro la totalidad de la superficie seccionada o perfilando su contorno con una franja negra del grueso de un tabique como máximo. Son los casos A y B del gráfico correspondiente. Una variante de la solución B: el espacio blanco entre las franjas de perfil se llena con una línea en zig-zag o con un rayado a 45.º Caso C del gráfico.

Cuando la sección afecta una fábrica de mampostería, pueden representarse los mampuestos mediante manchas negras con juntas blancas. El conjunto destaca por su oscuridad y quedan perfectamente destacadas las secciones, a la vez que se identifica de forma inequívoca como obra de mampostería. (Vea el caso D.)



De forma similar, pero sólo en las secciones verticales, suelen representarse las paredes de ladrillo afectadas por una sección. Aparece la franja negra del ladrillo seccionado y la línea blanca perteneciente a la junta entre dos ladrillos consecutivos. (Caso E.)

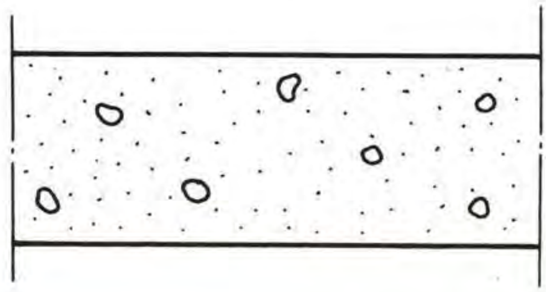
Para representar la masa de hormigón en aquellas secciones que afectan partes de la obra ejecutadas en hormigón en masa, se sigue uno de estos tres criterios:

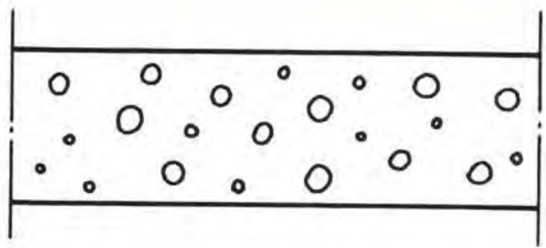
A. Perfil con línea llena gruesa (según normas) situando en el interior del macizo algunos guijarros de forma angulosa. El resto se llena con puntitos que quieren representar la arena del mortero. Si se adopta esta solución debe tenerse en cuenta que un exceso de guijarros puede restar nitidez al dibujo. La gracia está en situar pocos guijarros, pero repartiéndolos con regularidad por toda la zona seccionada.

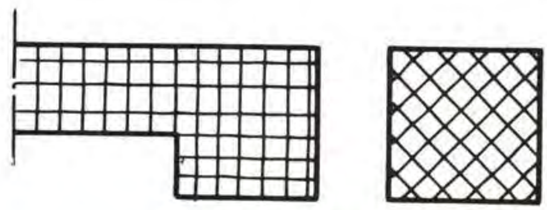
B. Un sistema muy empleado consiste en representar los guijarros mediante pequeños círculos trazados a mano alzada. Es decir: se representan guijarros redondos, como si fuesen cantos rodados. En este caso, mientras no se llegue a una exageración, la mayor o menor cantidad de guijarros representados poco influye en la calidad del dibujo.

Actualmente parece que se tiende más a la solución A que a la solución B.

Existe otra solución, de la cual no debe sorprenderse: Los macizos seccionados se llenan por medio de una cuadrícula trazada a mano alzada añadiendo la rotulación pertinente para dar a conocer el tipo de material de que se trata. Otras veces, son tantos los materiales que intervienen en un proyecto, que su total diferenciación por un sistema gráfico requiere unos simbolismos tan sumamente convencionales, que para su identificación es necesario añadir al pie del dibujo una tabla que nos diga a qué material pertenece cada uno de los grafismos empleados. Pero estos casos son afortunadamente raros.

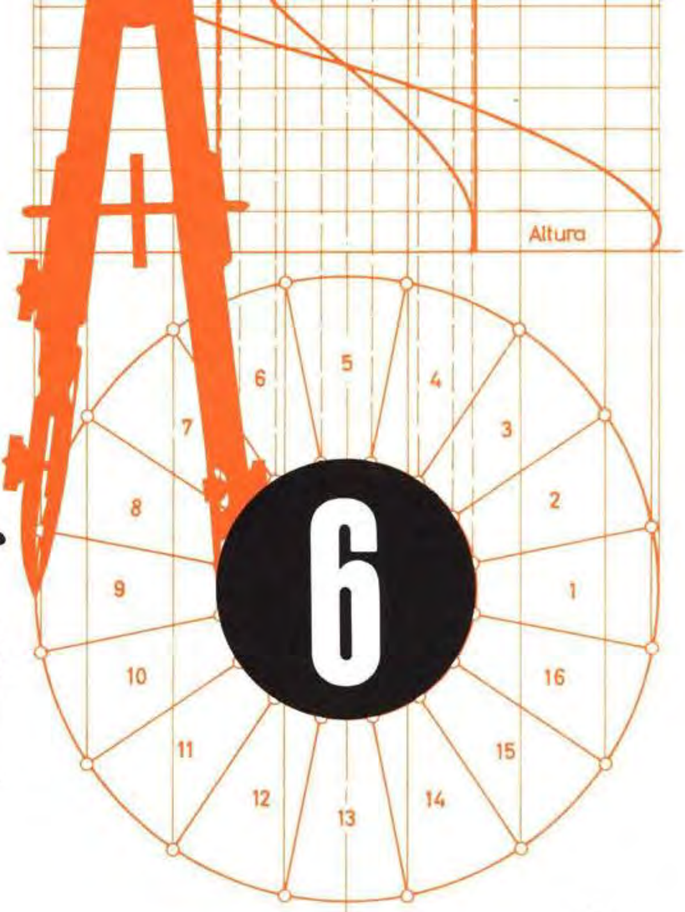

A

B




DC 21
DG 38

Proyectar es fácil





AFHA

CONSTRUCCION

Lección 5
MATERIALES Y ELEMENTOS

Elementos Prefabricados
Prefabricados de hormigón
Prefabricados cerámicos

Lección 5
PROYECTOS

Los vanos en la edificación
Clases y dimensiones

Lección 6
PRACTICAS DE DIBUJO

Proyecto y planos de
una puerta interior

MATERIALES Y ELEMENTOS

5

ELEMENTOS PREFABRICADOS
PREFABRICADOS DE HORMIGON - PREFABRICADOS CERAMICOS

NECESIDAD DE LOS PREFABRICADOS

En la lección anterior, y al hablar de la construcción con hormigón armado ordinario, o sea de aquellas construcciones cuyos elementos se construyen en el mismo emplazamiento de la construcción relacionándolos a medida que avanza la obra, vimos la enorme aplicación que actualmente ha alcanzado esta técnica. Sin embargo, el hormigón armado no ha podido competir con las construcciones a base de estructuras metálicas propias de las grandes obras de ingeniería. La principal razón de que el hormigón armado se encuentre en inferioridad con respecto a las estructuras metálicas se halla en el hecho de que las primeras admiten mayores luces con menos carga muerta.

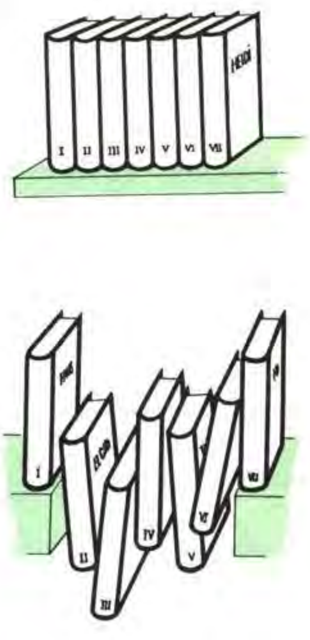
La desventaja del hormigón armado en las estructuras que deben cubrir grandes luces está en que no se aprovechan bien los factores de resistencia de los materiales que componen las vigas. Para reducir en lo posible esta desventaja mecánica se han ideado nuevos sistemas con que producir los elementos de hormigón armado. La técnica más empleada para conseguir elementos de hormigón armado (concretamente vigas) con mayor resistencia ante los esfuerzos a que normalmente deben verse sometidas es la del HORMIGÓN PRECOMPRIMIDO.

Para dar una idea suficientemente clara de lo que es el hormigón precomprimido basta considerar un símil que se ha hecho clásico en este tipo de enseñanza:

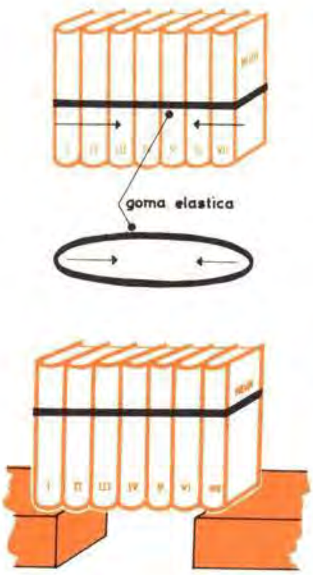
Suponga un bloque formado por varios libros iguales situados verticalmente uno al lado del otro. Comparemos este bloque de libros a una jácena apoyada por sus dos extremos.

Es indudable que si pretendemos apoyar el bloque de libros en dos apoyos extremos sin ejercer sobre él presión alguna el conjunto se desmoronará inmediatamente. En estas condiciones, el bloque puede considerarse como una jácena o viga que no ejerce ninguna resistencia a los esfuerzos de tracción.

Dispongamos ahora una goma elástica cuya longitud sea suficiente para que, una vez colocada alrededor de los libros, ejerza sobre ellos una fuerza compresora dirigida hacia el interior de la masa que forman.



Si pretendemos sostener por sus extremos un bloque de libros, se desmoronará.



Cuando los libros se comprimen por una goma elástica, el bloque se sostiene apoyado por sus extremos.

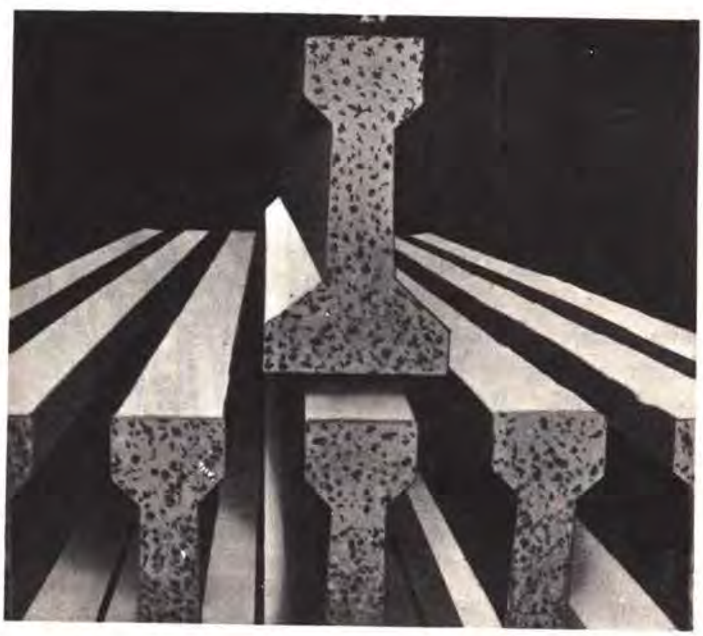
Si esta fuerza de compresión es suficiente los libros podrán mantenerse apoyados sobre dos puntales extremos e incluso soportar alguna carga situada sobre la improvisada viga de libros.

Los libros se sostienen en bloque porque la presión previa ejercida en el sentido del eje longitudinal contrarresta la tracción originada por el peso propio y la carga que soporta.

Como veremos más adelante, la técnica del hormigón precomprimido se apoya en este simple principio del equilibrio entre dos fuerzas que se contrarrestan, técnica que ha representado una considerable ventaja tanto técnica como económica y que ha revalorizado, por decirlo así, las construcciones de hormigón armado.

Los elementos de hormigón precomprimido no pueden prepararse en la misma obra porque la técnica a emplear para conseguir las presiones debidas a la precompresión requiere maquinaria y mano de obra especializadas. Por tal razón estas piezas se construyen en talleres y luego se transportan a la obra en condiciones de inmediata aplicación. Estamos en el terreno de la prefabricación. Ahora ya no se trata de montar armaduras y encofrados a medida que se levanta el edificio, sino que se trata de preparar los apoyos donde situar los elementos prefabricados que se han previsto para completar la estructura del edificio.

El hormigón armado, ciertamente, presenta positivas ventajas sobre la construcción clásica a base de piezas cerámicas. No obstante estas ventajas, es curioso comprobar cómo en la edificación moderna se ha desarrollado una auténtica polémica para determinar hasta qué punto podía el hormigón sustituir al ladrillo.



Los materiales de hormigón precomprimido se preparan y almacenan en talleres especializados, para su posterior entrega y colocación en el mismo lugar de la obra.

Tanto el ladrillo como el hormigón presentan ventajas e inconvenientes muy dignos de tener en cuenta. Por una parte, el ladrillo sigue siendo un elemento constructivo económico; pero la economía que representa como material en sí queda anulada por la lentitud forzosa en la ejecución de las obras. El hormigón, por otra parte, si bien permite mayor rapidez en la construcción, es un material bastante más caro que el ladrillo y que no ofrece la comodidad interior de las construcciones cerámicas. El hormigón armado, recuérdelo, no es aislante ni acústica ni térmicamente hablando.

Ante estas premisas es lógico considerar los beneficios que representaría el empleo de un material mixto que reuniese las ventajas de ambos sistemas. Este pensamiento ha sido la base para la aparición a escala industrial de los elementos constructivos que en general conocemos con el nombre de prefabricados.



PREFABRICADOS DE HORMIGON - VENTAJAS

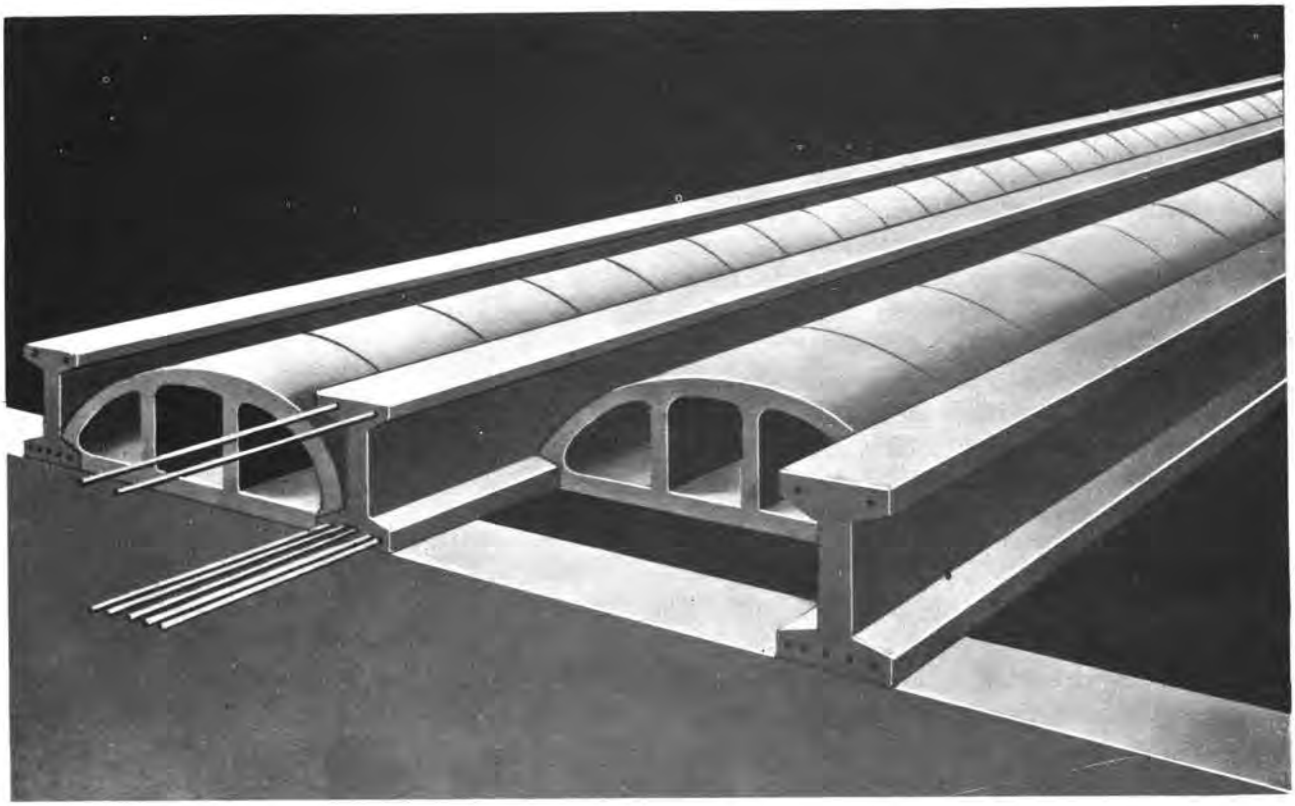
Las piezas de hormigón armado fabricadas y preparadas en talleres especializados se han convertido en una de las grandes soluciones de la construcción moderna. Su empleo es mayor cada día, porque tales piezas reúnen una serie de ventajas técnicas y económicas que se derivan de su mismo proceso de fabricación. Entre sus ventajas debemos citar, como primera y más importante, su elevada resistencia ante todo tipo de esfuerzos. Una fabricación especializada permite garantizar la absoluta homogeneidad del hormigón, su perfecto vibrado y el fraguado de cada elemento al vapor acuoso y a baja presión. Estas particularidades confieren a la pieza un elevadísimo coeficiente de rotura, imposible de conseguir en las obras hormigonadas *in situ*.

Por otra parte, el prestigio de cada fabricante le fuerza a verificar los elementos que ofrece al mercado mediante una vigilancia constante durante todo el proceso que sigue la pieza desde la preparación de los materiales hasta que sale del taller.

Citemos también la gran economía en el encofrado que representan los elementos de hormigón prefabricados. En el taller esta economía es evidente, por cuanto un mismo molde sirve para la obtención de una gran cantidad de piezas; y en la obra la economía es aún más evidente, ya que el empleo de los prefabricados elimina radicalmente los encofrados que debieran preverse si la obra se realizase con hormigón armado ordinario.

Continuando con las ventajas que presentan los prefabricados de hormigón, añadiremos que otra es el peso propio muy reducido que tienen estos elementos, lo que equivale a decir que se obtiene un considerable ahorro en el transporte, con el correspondiente aumento del número de elementos que pueden trasladarse con una sola unidad móvil.

Aún más ventajas: los elementos prefabricados, una vez colocados en la obra, permiten reducir el espesor de los techos. Su rápida fabricación en el taller, aunque se trate de piezas de tamaño considerable, permite un fraguado completo en treinta y seis horas, lo que acelera su



pronta colocación en la obra sin que deba contarse con el plazo de tiempo del desencofrado de los elementos hormigonados *in situ*.

Desde un punto de vista constructivo, ciertas piezas prefabricadas, que contribuyen directamente a formar la estructura del edificio y a la cobertura de los entramados, permiten su colocación en seco, descartando la necesidad de preparar las materias conglomerantes al mismo tiempo que progresa la obra. Las variaciones climatológicas tienen una influencia mínima sobre los elementos prefabricados, lo que permite seguir normalmente la construcción de un edificio aun en condiciones atmosféricas muy variables.

Por último, consideremos que la prefabricación de elementos constructivos permite su normalización, y por ende una fabricación en serie, manteniendo la necesaria existencia en el almacén para poder servir inmediatamente cuantos pedidos se presenten.

PESO MAXIMO DE LOS PREFABRICADOS

El peso máximo admitido para piezas de hormigón fabricadas en taller es de 5 Tn, a fin de que sea posible su elevación y colocación mediante grúas giratorias.

Este límite en el peso de las piezas prefabricadas hace que algunas veces resulte necesario, o casi obligado, combinar la ejecución de los trabajos de taller con el montaje y puesta en marcha de una instalación preparadora de hormigón en masa.

El empleo del hormigón previamente preparado representa una positiva ventaja en aquellas obras donde se carece de espacio suficiente para el almacenamiento y manipulación de los materiales, ya que al preparar el hormigón en instalaciones centrales es posible alcanzar una gran provisión de materiales y su almacenamiento en buenas condiciones. Se suprimen las pérdidas por transporte, se obtiene una independencia total de las condiciones atmosféricas que tanto influyen en el ritmo de la obra, se ahorra combustible para los motores de las hormigoneras. Se consigue que la fabricación de la masa de hormigón pueda vigilarse constantemente por personal competente, lo repercute en la resistencia de la masa, y la supresión de entradas y salidas de hormigoneras, lo que da unos datos muy precisos para los presupuestos.

El hormigón plástico trabajado fuera de la obra se transporta en hormigoneras automóviles. Si el hormigón es húmedo (que contiene el agua necesaria para la formación de la masa) debe transportarse en camiones ordinarios, para que de éstos pase directamente al interior de los encofrados sin mezclarlo posteriormente y sin necesidad de añadirle agua.

El hormigón preparado en lugares alejados de la obra no puede soportar un transporte cuya duración sea superior a las dos horas.

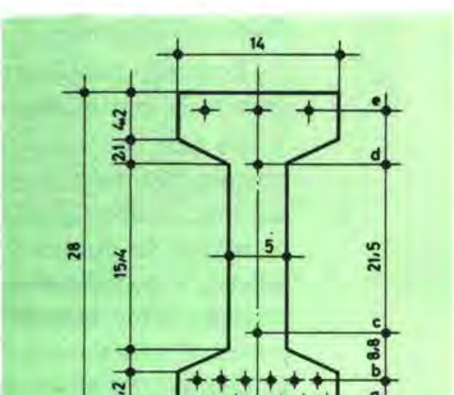
PROCESO DE FABRICACION

Vamos a explicar a grandes rasgos cuál es el proceso que siguen los talleres especializados para la obtención de los prefabricados de hormigón armado.

En una visita a una fábrica de tales elementos nos llamaría la atención el especialísimo cuidado que se pone en la selección, lavado y cribado de los áridos que intervienen en la obtención de la masa del hormigón, a fin de que estos componentes cumplan con las normas impuestas por los organismos oficiales. Por tanto, la limpieza y selección granulométrica de los áridos es la primera condición indispensable para la obtención de prefabricados de calidad.

Vamos a centrar nuestro interés en la fabricación de un elemento prefabricado que actualmente es de aplicación constante. Una vigueta de hormigón armado de perfil doble T, tipo comercial, para el apoyo de las bovedillas que normalmente forman los techos.

Actualmente se construyen distintos perfiles y distintos tipos de viguetas y bovedillas de cemento o cerámica, de las cuales deberemos hablar cuando nos dediquemos al estudio de los forjados de pisos. Aquí vamos a seguir el proceso propio para la obtención de una vigueta doble T de hormigón pretensado:



Seccion de una vigueta doble T de hormigón precomprimido. (Dato proporcionado en catálogos.)

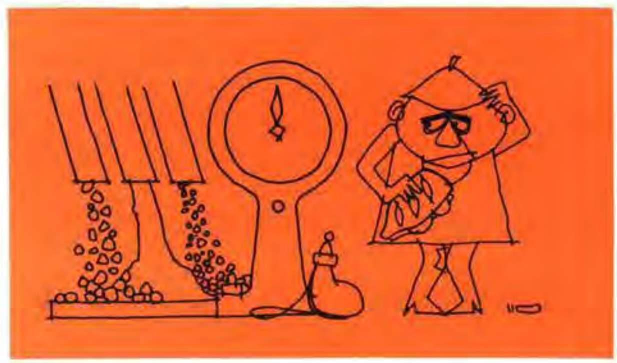
LIMPIEZA Y TAMIZADO DE LOS ARIDOS

Es la primera operación indispensable. Tanto ella como las otras que se realizan después deben cumplir con las normas que actualmente están en vigor y que dictan las comisiones competentes de los distintos países. La limpieza y selección granulométrica de los áridos que intervienen en la confección de los distintos prefabricados se somete a un control estricto, lo mismo que, después, las piezas acabadas.

Se comprende que estas precauciones de limpieza y selección se dirijan a la obtención de una masa de hormigón perfectamente homogénea y constante en sus cualidades. Pero que la masa de hormigón responda a las condiciones que deben exigirse para su utilización en la



Limpieza y selección de granos.



Control de peso y proporciones.

obtención de piezas pretensadas no depende tan sólo de una estricta selección y lavado de los áridos, sino que depende también de otros factores:

Depende del PESO DE LA MASA en seco, circunstancia que se verifica a diario por medio de básculas automáticas.

Depende de la PERFECCIÓN DEL HORMIGONADO, que se realiza con mezcladoras especiales.

Depende también de la perfección técnica de la VIBRACIÓN a que se somete la pasta una vez situada en el interior de los moldes.

De este conjunto de precauciones debe derivarse una absoluta REGULARIDAD DEL HORMIGÓN, factor de capital importancia para que las piezas que se obtengan en el taller respondan siempre a las mismas características de dureza y resistencia. Siendo así, se comprende que en los talleres especializados se realicen diariamente distintas verificaciones o pruebas sobre la resistencia a la rotura de las distintas piezas que componen el muestrario de fabricación. Por medio de maquinaria especial se comprueba si las piezas, una vez salidas del molde y previo su período de secado, ofrecen realmente los límites de rotura que previamente han sido calculados.

COLOCACION DEL ACERO

La colocación de las armaduras de acero se efectúa en apoyos especiales y de acuerdo con la situación que se ha previsto en los cálculos efectuados en la oficina técnica de la empresa. Como es natural, la cantidad de armaduras dependerá del tamaño de la vigueta, que a su vez está en consonancia con los esfuerzos que deberá soportar. Las empresas constructoras proporcionan tablas donde se especifican las dimensiones de las viguetas y la situación de los distintos hierros que componen su armadura, así como la distancia a que se encuentran los estribos. Al mismo tiempo, se citan los esfuerzos máximos para los que habrán sido calculadas estas viguetas.

Colocación de los hierros.

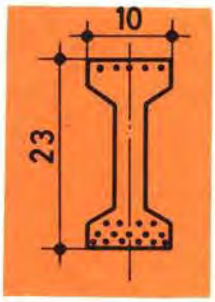


Es imprescindible la colocación de hierros en el alma de las viguetas pretensadas, puesto que, de acuerdo con las normalizaciones vigentes, se determina que, en óptimas condiciones de apoyo, la contraflecha de una vigueta pretensada nunca podrá ser superior al 1/500 de longitud de su luz.

SEPARACION ENTRE EJES DE VIGAS: 75 CM

APLICACIONES	TIPO	M. 21	M. 22	M. 23	M. 24	M. 25	M. 26	M. 27	M. 28
	M. F. (Kg)	703	790	867	965	1173	1340	1520	1369
	carga total	LUZ MAXIMA ENTRE APOYOS							
Cubiertas ligeras	250	5'48	5'82	6'10	6'42	7'06	7'56	8'05	8'48
Cubiertas pesadas	300	5'00	5'29	5'54	5'85	6'44	7'11	7'34	7'74
Pisos vivienda	350	4'63	4'91	5'12	5'42	5'98	6'60	6'80	7'17
Almacenes ligeros, oficinas	400	4'32	4'60	4'80	5'07	5'60	5'97	6'40	6'70
Azoteas	450	4'08	4'33	4'53	4'78	5'28	5'63	6'00	6'33
Almacenes ligeros	500	3'87	4'10	4'30	4'55	5'00	5'35	5'70	6'00
Almacenes ligeros	550	3'69	3'92	4'10	4'32	4'77	5'10	5'42	5'72
Salas baile, garages turismos	600	3'53	3'75	3'92	4'15	4'57	4'88	5'20	5'48
Garages turismos	650	3'40	3'60	3'77	3'98	4'39	4'68	5'00	5'26
Garages camionetas	700	3'27	3'47	3'63	3'84	4'22	4'52	4'85	5'07
Talleres medios	700	3'27	3'47	3'63	3'84	4'22	4'52	4'85	5'07
Maquinaria ligera	700	3'27	3'47	3'63	3'84	4'22	4'52	4'85	5'07
Almacenes y talleres carga mediana	750	3'16	3'36	3'52	3'70	4'09	4'36	4'65	4'90
Almacenes y talleres	800	3'06	3'25	3'40	3'60	3'96	4'23	4'53	4'74
» »	850	2'97	3'15	3'30	3'48	3'84	4'10	4'35	4'60
» »	900	2'88	3'06	3'20	3'38	3'70	3'97	4'25	4'46
Talleres carga pesada	950	2'82	2'99	3'12	3'30	3'64	3'88	4'14	4'36
Garage camiones	950	2'82	2'99	3'12	3'30	3'64	3'78	4'14	4'36
Garage camiones	1000	2'73	2'91	3'04	3'21	3'54	3'78	4'02	4'25
	1100	2'61	2'77	2'90	3'09	3'37	3'60	3'83	4'05
	1200	2'50	2'55	2'77	2'93	3'23	3'48	3'68	3'87
	Kg/m²								

A título de ejemplo, adjuntamos una de las tablas que acompañan los folletos informativos editados por las fábricas de viguetas pretensadas.



Téngase en cuenta que los hierros de las piezas pretensadas ejercen una auténtica misión de elementos tensores, que comprimen, por decirlo de algún modo, los límites de la pieza hacia su centro.



Estirado del acero.



Fraguado y endurecido.



Pruebas de resistencia.

ESTIRADO DEL ACERO

Esta operación, netamente característica de los elementos pretensados, se efectúa mediante dispositivos hidráulicos de regulación eléctrica. Varilla por varilla se tensa mediante esfuerzos por tracción, cuyo valor está previamente determinado y se controla con rigurosidad durante el proceso.

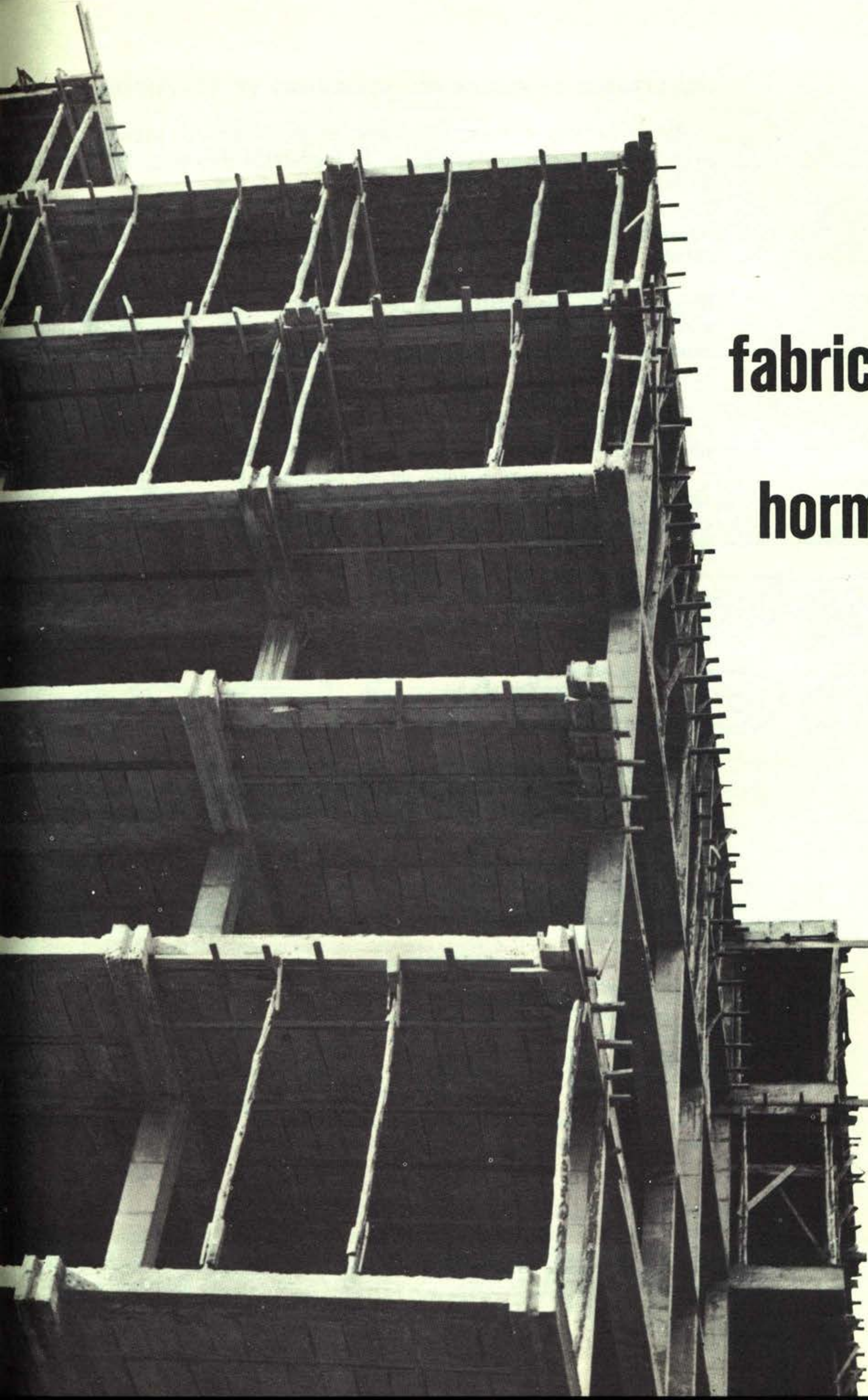
FRAGUADO Y ENDURECIDO

Los elementos de hormigón precomprimido se someten a un proceso de fraguado que tiene lugar en un ambiente saturado de vapor acuoso a baja presión. Lo normal es que a las doce horas de iniciado este proceso las piezas de hormigón precomprimido presenten una resistencia inicial aproximada a los 300 Kg/cm^2, previos a la fase de destensado.

Antes de que el producto pase a los almacenes, como fase previa a su lanzamiento al mercado, se efectúan pruebas de cada uno de los elementos salidos en una misma etapa de fabricación para comprobar si realmente responden a cuantas condiciones previas se les puede exigir.

PRUEBAS DE RESISTENCIA

En estos procesos de verificación, y en el concreto de las viguetas de hormigón pretensado, se considera normal que deban rechazarse y destruirse un mínimo de un 6 % de las piezas conseguidas en cada etapa de fabricación.



Pre-fabricados de hormigón

MUESTRARIO DE PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGON

Presentar una relación exhaustiva de los distintos elementos que actualmente se fabrican dentro de la modalidad de los prefabricados de hormigón, sería una empresa titánica.

Por tanto, vamos a referirnos a los elementos que por su constante aplicación podemos considerar más característicos en la construcción actual.

Antes de empezar con esta relación y descripción, debemos advertir que, puesto que en construcción (es algo que hemos repetido ya muchas veces) no podemos movernos dentro de unos cánones de normalización estrictos —por cuanto cada fabricante e incluso cada arquitecto tiene sus preferencias y ha llegado a sus propias conclusiones—, vamos a escoger unos modelos que nos parecen perfectamente adaptables como ejemplo, sin que por ello se quiera decir que no existan otros que, cumpliendo con las mismas funciones, no aparezcan en este tratado.

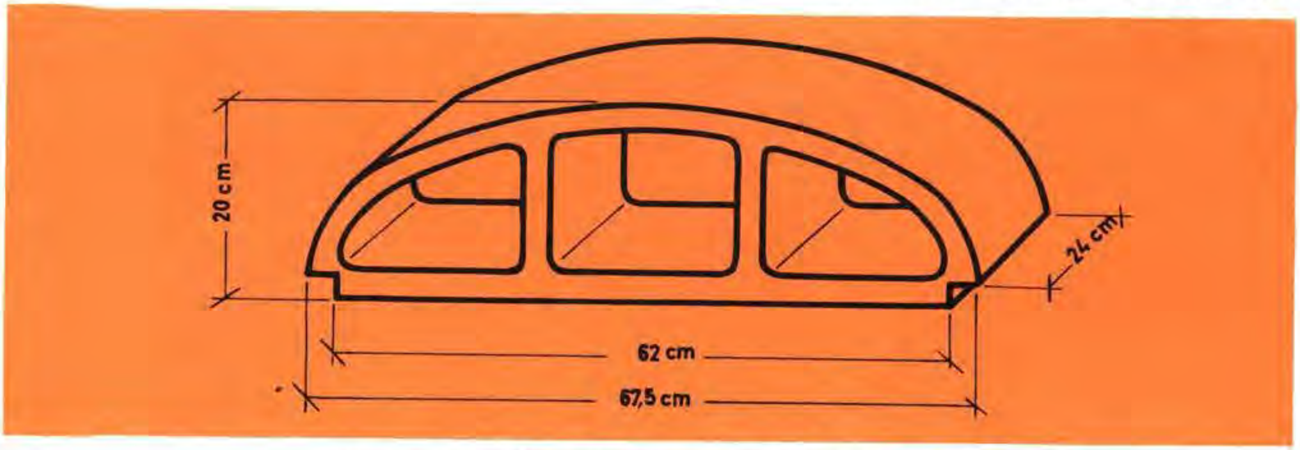
Enumeremos, pues, algunos de los elementos prefabricados más característicos, señalando sus aplicaciones típicas dentro de la construcción, bien sea como elementos fundamentales o como elementos auxiliares de la misma.

Uno de los elementos prefabricados de mayor aplicación es la vigueta de hormigón armado y pretensado, que se expende con distintos perfiles, aunque el de mayor divulgación es el doble T, que cada casa suministradora fabrica con características particulares, que muchas veces quedan al amparo de una patente.

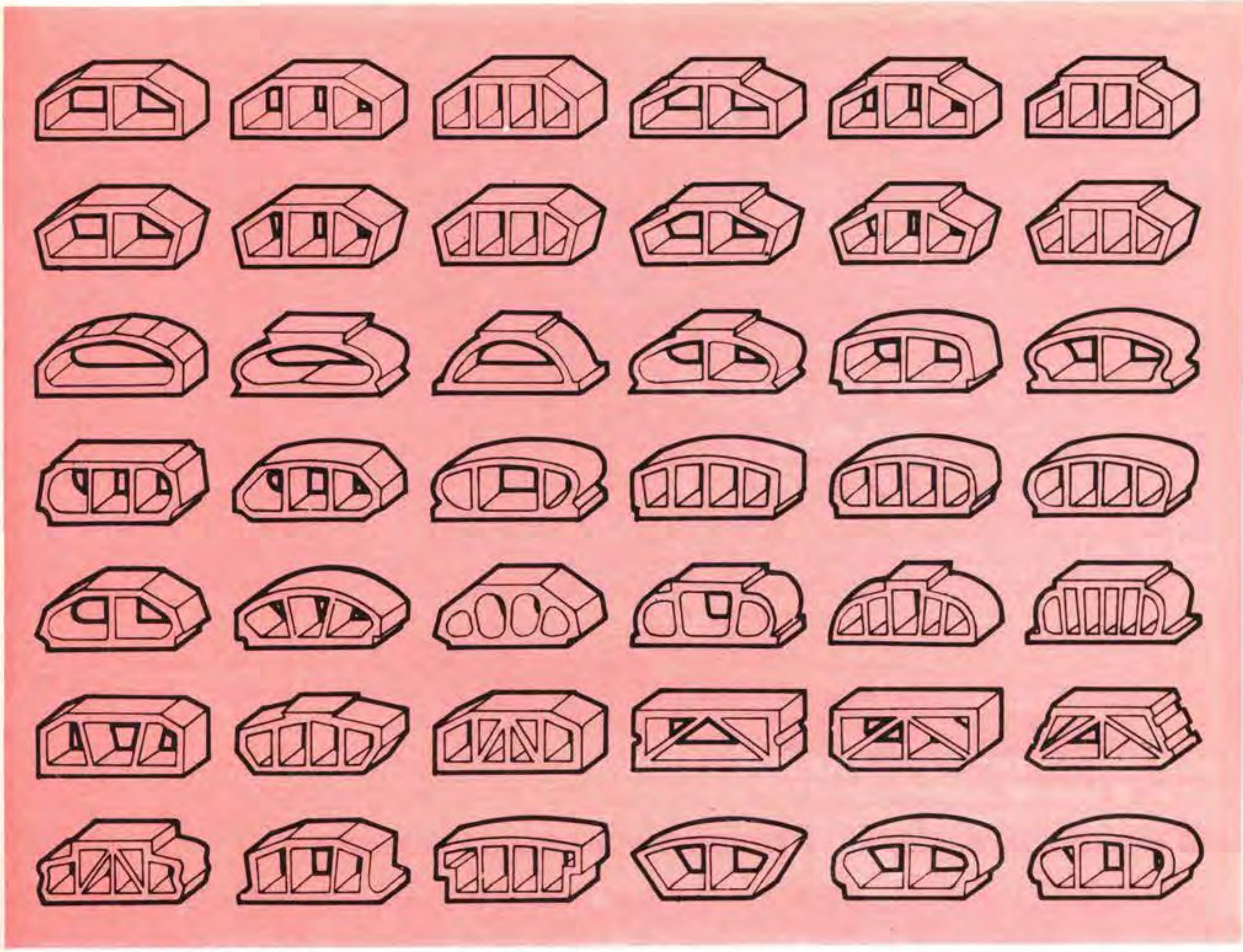
BOVEDILLAS

Cuando estudiemos dentro de poco las distintas particularidades referentes al forjado de pisos, veremos que este aspecto de la construcción es uno de los más lentos cuando se practica con los cánones tradicionales.

No debe sorprendernos, pues, que una de las piezas prefabricadas de mayor aceptación sean las bovedillas de cemento, que facilitan enormemente la formación del piso de las distintas plantas de un edificio.



En esta figura damos las medidas de una bovedilla prefabricada de forma normal.



Distintas formas de bovedillas prefabricadas. Sus medidas aproximadas son: ancho, 50 cm; alto, de 14 a 16 cm; longitud, 25 cm.

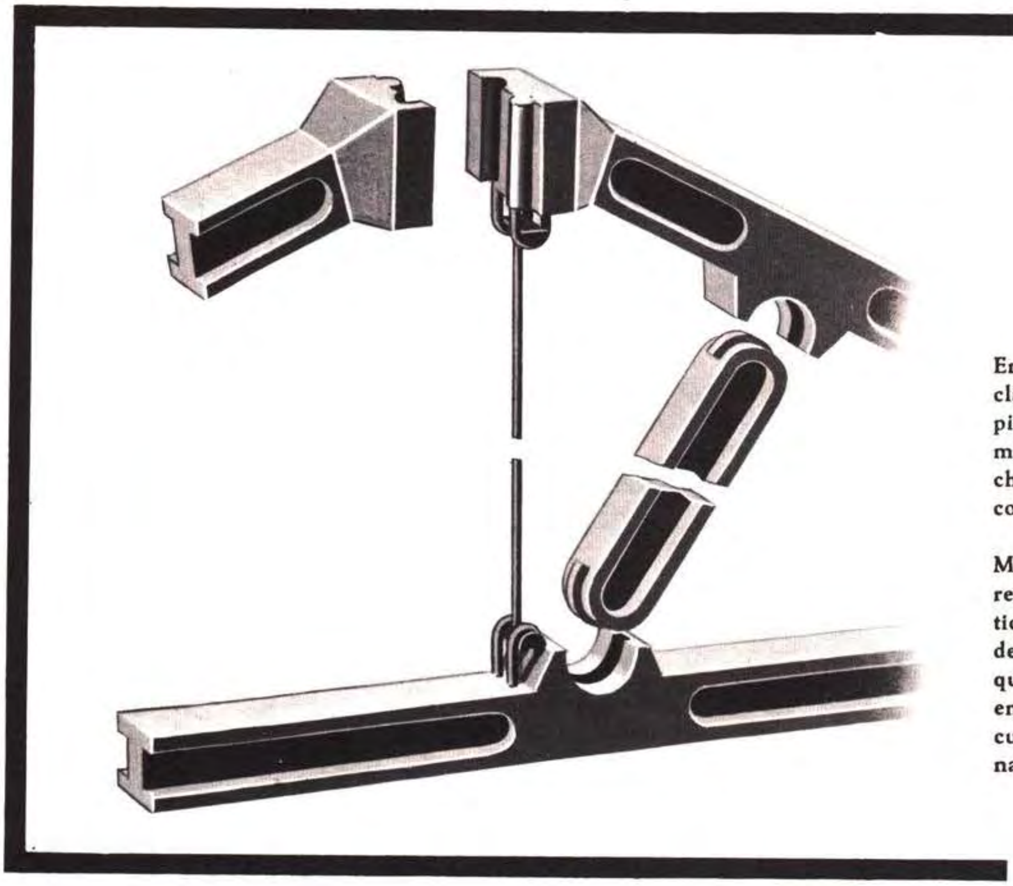
Mediante bovedillas prefabricadas, los forjados pueden realizarse en seco, ya que las piezas abovedadas se adaptan de modo perfecto a los apoyos que representan las aletas inferiores de las viguetas. Esta particularidad permite que la colocación no requiera mano de obra especializada, con el consiguiente ahorro que ello representa.

Estas bovedillas, por presentar una cara inferior plana, suprimen el tradicional encañizado que, con el forjado de revoltón, es obligado para formar el cielo raso de los techos.

Repetimos que cuando estudiemos con detalle el forjado de pisos nos daremos perfecta cuenta de las ventajas que, en este aspecto, reportan las bovedillas prefabricadas.

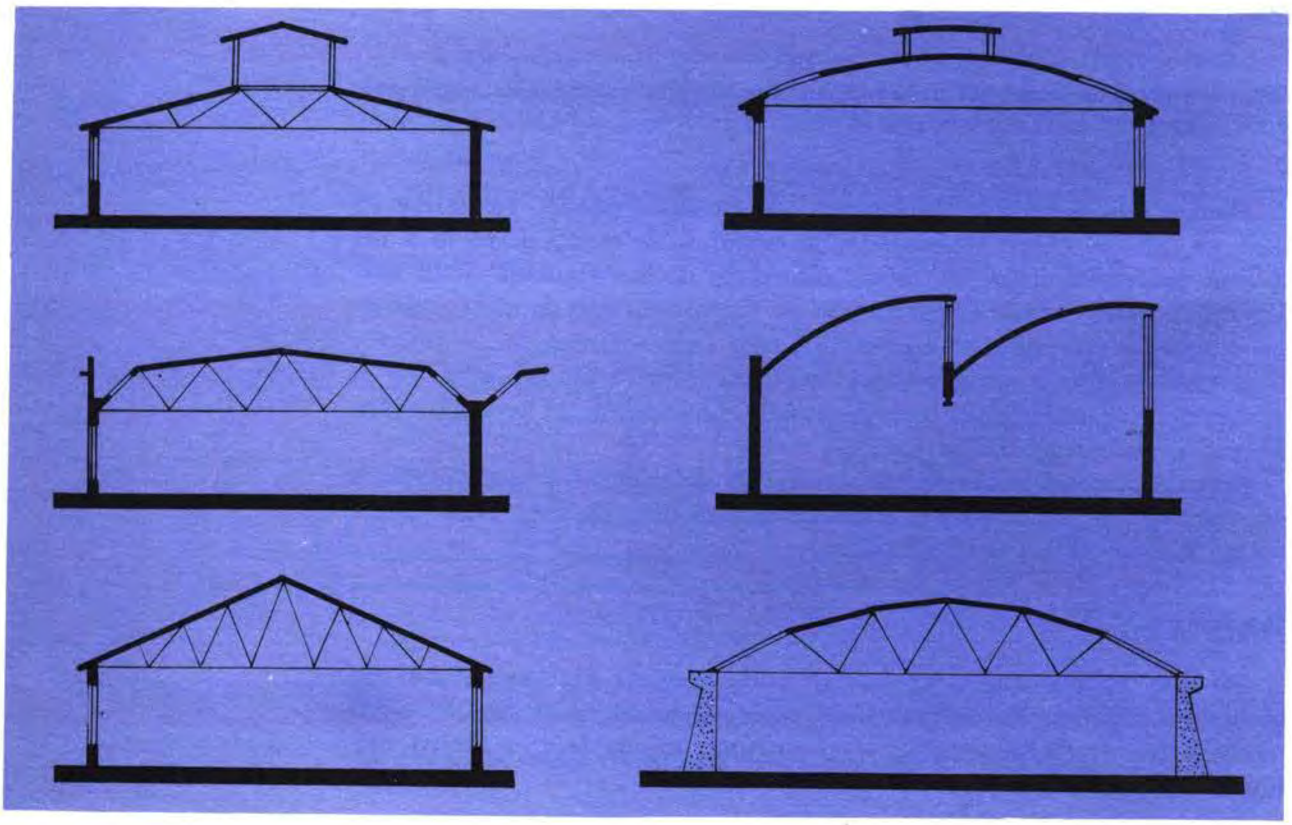
CERCHAS

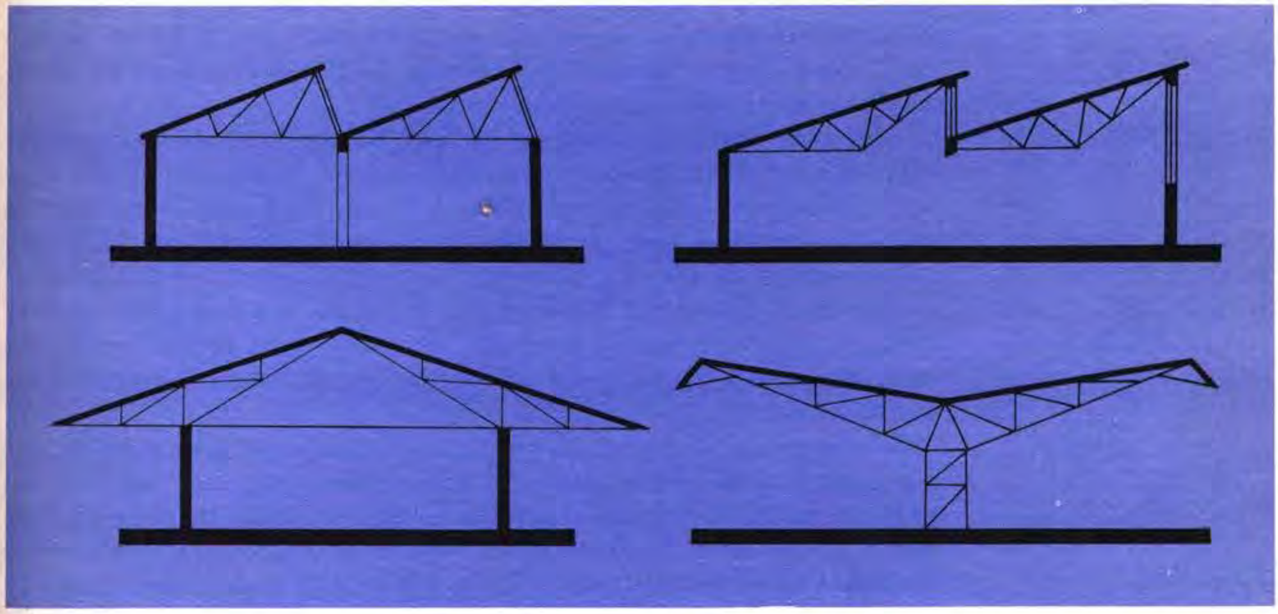
Es cosa sabida que para cubrir grandes luces sin posibilidad de apoyos intermedios se utilizan unos tipos de estructuras denominadas *cerchas*, que tradicionalmente se construían de madera o hierro mediante distintos laminados.



En este dibujo damos una clara idea de las distintas piezas que permiten el montaje in situ de las cerchas de hormigón precomprimido.

Más abajo añadimos una representación esquemática de los distintos tipos de cerchas prefabricadas que actualmente suelen emplearse, según la luz a cubrir y según el tipo de nave de que se trate.





La técnica del hormigón pretensado también ha invadido este sector de la técnica constructiva. Actualmente son muchas las naves de gran luz que se cubren con cerchas prefabricadas con hormigón pretensado.

Sin duda estas cerchas ofrecen positivas ventajas. No es la menor la facilidad con que pueden montarse en el mismo lugar de su emplazamiento definitivo.

PIEZAS PREFABRICADAS PARA OBRAS DE FABRICA

Es indiscutible que el ladrillo, incluyendo en la palabra toda la gama de ladrillos que puedan considerarse, es por naturaleza un elemento constructivo que puede considerarse un prefabricado.

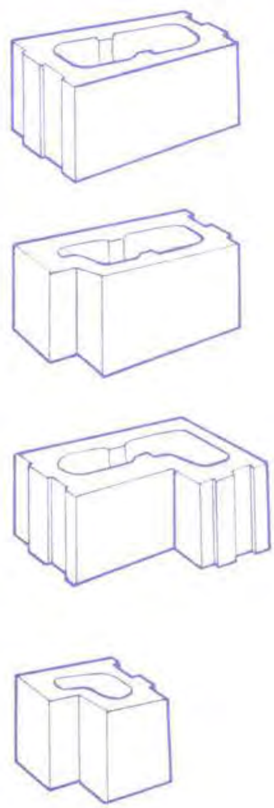
Pero, quizás por tratarse del más común de los materiales de la construcción, lo cierto es que al hablar de prefabricados pocas veces se atina a incluir el ladrillo dentro de la ya extensa lista de los materiales preparados en taller.

En cambio, se consideran prefabricados clásicos los distintos sustitutivos del ladrillo ideados para facilitar y abaratar la formación de muros y, en general, de todas aquellas obras de fábrica que estaban reservadas al ladrillo.

Tales sustitutivos de los ladrillos normales son, en realidad bloques de hormigón vibrocomprimido, cuya forma y dimensiones están estudiadas con la finalidad de conseguir rapidez y economía en la formación de los aparejos, al mismo tiempo que solucionan otros problemas tales como la protección contra la humedad y contra las condiciones climatológicas extremas.

Se hace muy difícil citar uno de estos bloques con categoría de prototipo, ya que cada fabricante se preocupa por conseguir un tipo que presente el mayor número de ventajas.

En general, puesto que de generalizar se trata, los bloques prefabricados permiten gran rapidez en la construcción, ya que, en principio,



Los bloques de hormigón presentan perfiles especiales, con caras machihembradas que facilitan su perfecta trabazón.

empiezan por ser considerablemente más voluminosas que el mayor de los ladrillos. Basta comparar un muro formado por ladrillos macizos de 30 cm con otro formado con bloques de 25 cm de grueso. La economía en el número de piezas es evidente.

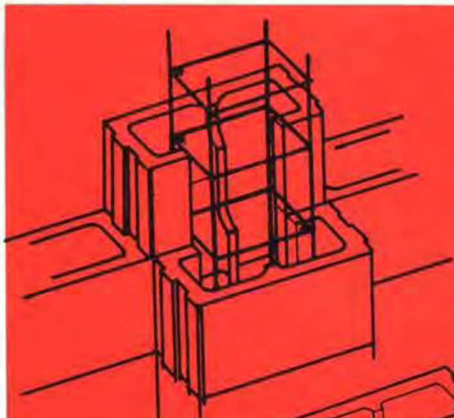
Por otra parte, la construcción con bloques prefabricados admite espesores de pared bastante reducidos, lo que representa mejor aprovechamiento del espacio disponible. A título de ejemplo, sepa que una pared de ladrillo macizo de 30 cm corresponde a una pared de bloques prefabricados de 25.

Sin duda, la ventaja decisiva que presentan estos bloques prefabricados, y que determina su creciente aceptación para determinados tipos de obras, es la gran facilidad de adaptación para todas las necesidades constructivas.

En principio, los diseñadores de estas piezas se preocupan de que sus caras laterales presenten perfiles machihembrados que aseguran una perfecta trabazón vertical. También se ha estudiado la posibilidad de dar a estos bloques una auténtica misión de encofrados permanentes, ideando formas idóneas para poderse armar y rellenar de hormigón.

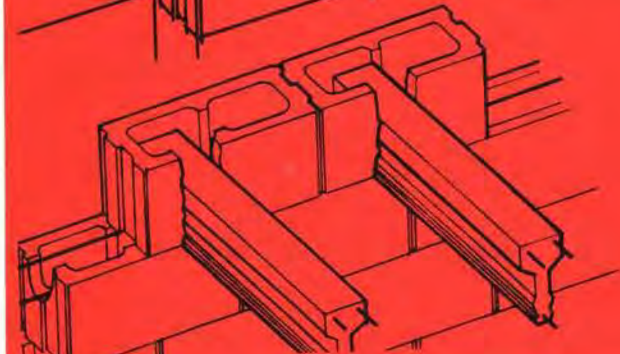
Piezas de forma especial solucionan el aparejo de las esquinas, la recepción de los marcos de puertas y ventanas, la formación de dinteles.

Se comprende que los huecos del bloque resultan de gran utilidad, no sólo como medida para la reducción del peso propio de la fábrica, sino como posibilidad de refuerzo cuando deben convertirse en elementos resistentes formando pilares. Ya hemos mencionado la facilidad con que puede armarse y hormigonarse un aparejo en forma de pilar, por ejemplo.

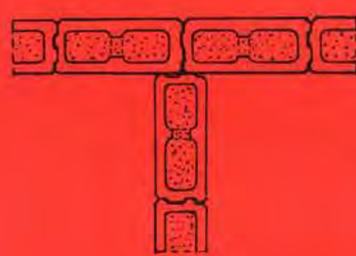


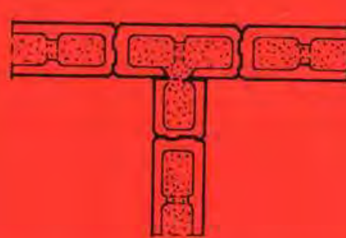


Formación de un pilar con bloques de hormigón. Observe cómo, en realidad, actúan de encofrado.



Colocación de viguetas en un muro de bloques de hormigón. Las viguetas quedan empotradas al rellenar los bloques.





Enlace de dos paredes de bloques de hormigón. Observe cómo sólo en las hiladas pares penetra el mortero en los dos bloques enfrentados por testa.

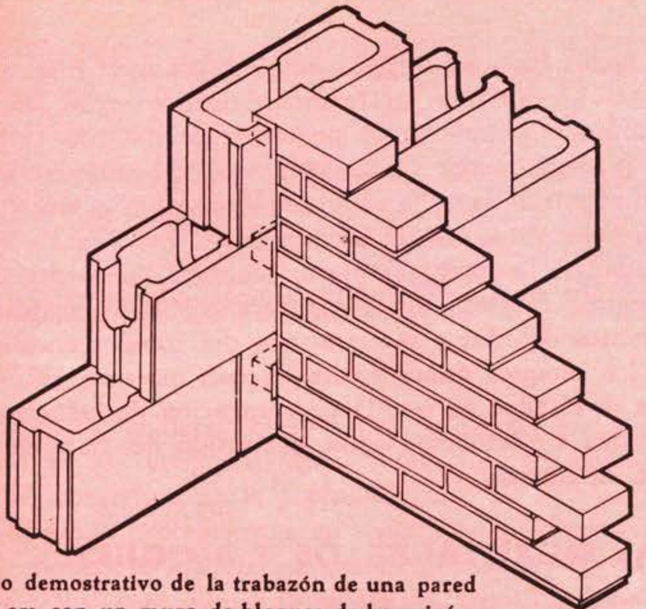
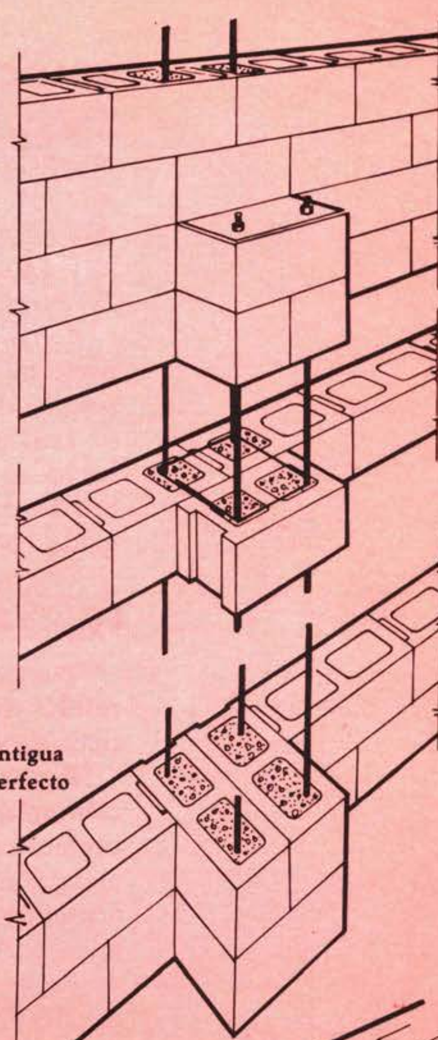
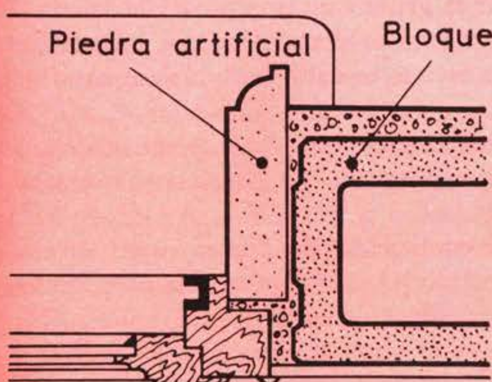


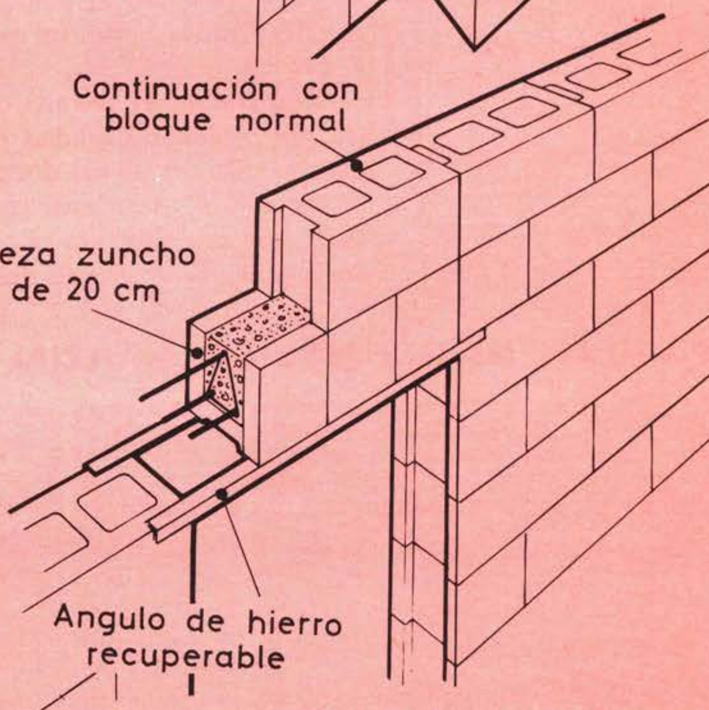
Gráfico demostrativo de la trabazón de una pared de 15 cm con un muro de bloques de hormigón.

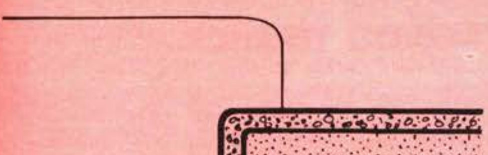


Manera de armar un pilar en una pared contigua Advierta con qué facilidad se obtiene un perfecto solapado.



Marco de ventana guarnecido con piedra artificial.





Marco de ventana montado sobre bloques con duella.

Formación de un dintel. Las piezas zuncho se arman y rellenan. Advierta el empleo de bloques preparados para recibir los cercos de carpintería.

COLOCACION

La colocación de los bloques se hace en seco y por el interior del muro, lo que ahorra el levantamiento de andamios. Sólo debe colocarse mortero en los paramentos anterior y posterior del bloque, evitando que en el aparejo puedan quedar juntas continuas. Se comprende que al desaparecer el mortero de la zona interior del muro desaparezca con él uno de los principales vehículos de la humedad.

La escasa cantidad de mortero empleada permite un asentamiento perfecto de la obra de fábrica; así desaparece casi por completo el peligro de movimientos debidos a la retracción del conglomerante.

Los huecos de los bloques nunca se llenan con mortero, excepción hecha de los casos ya citados en que la concentración de esfuerzos sobre aquéllos determina su actuación como encofrado del hormigón armado contenido en su interior.

EQUIVALENCIAS ENTRE LADRILLOS Y BLOQUES

Puesto que el bloque prefabricado es un sustitutivo del ladrillo, resulta interesante comparar las posibilidades y equivalencias de ambos tipos de obras.

Por medio de un cuadro comparativo daremos una idea de la relación en que se hallan las fábricas de ladrillo respecto a las de bloques prefabricados. Tenga en cuenta que el grueso de una pared no siempre es la consecuencia de un cálculo de resistencias, sino que en muchas ocasiones un grueso mayor obedece a una necesidad de aislamiento térmico o acústico.

En estos casos el empleo de material de bajo coeficiente de transmisión térmica permitirá reducir el espesor de las paredes y aumentar el espacio útil.

Observe en el cuadro cómo el coeficiente de transmisión térmica (mayor o menor facilidad para conducir el calor de uno a otro de los paramentos del muro) disminuye considerablemente.

En cambio, la mayor resistencia a la compresión del ladrillo frente al bloque prefabricado es evidente, aunque a este respecto debe considerarse el mayor grueso del muro de ladrillo.

PLANTAS POSIBLES SEGUN EL MATERIAL Y AISLACION TERMICA

Tipo de pared	N.° de plantas que pueden edificarse	Tipo de pared	Coeficiente de aislación térmica
Ladrillo macizo de 30 cm	Diez	Mampostería ordinaria de 45 cm	2'02
Bloque de hormigón de 25 cm	Ocho	Ladrillo macizo de 30 cm	1'60
Ladrillo hueco de 30 cm	Seis	Hormigón en masa de 50 cm	1'44
Bloque de hormigón de 20 cm	Cuatro	Ladrillo hueco de 30 cm	1'16
Ladrillo hueco y tabique de 30 cm	Uno	Bloque de hormigón de 15 cm	1'05
Bloque de hormigón de 15 cm	Uno	Bloque de hormigón de 20 cm	0'88
		Bloque de hormigón de 25 cm	0'77

CUADRO DE EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

Ladrillo	Bloques de hormigón
Macizo de 30 cm	Bloque de 25 cm
Hueco de 30 cm	Bloque de 20 cm
Hueco de 15 cm con cámara de aire de 10 cm y tabique de ladrillo de 15 cm	Bloque de 15 cm

PANELES

Podemos considerar que la aplicación de los prefabricados tiene su zenit en las viviendas, cuya totalidad de elementos constructivos llevan el marchamo de la prefabricación.

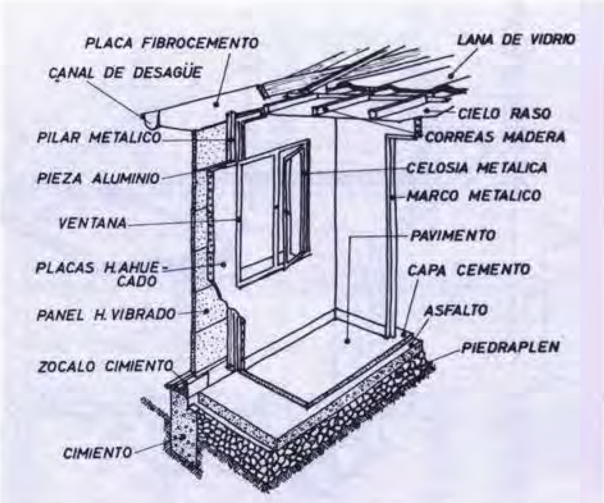
La vivienda prefabricada, en efecto, es un producto muy característico de nuestra época, en que tantos problemas de orden social se han planteado; su aparición es producto de la posibilidad de contar con una mayoría de elementos estructurales obtenidos previamente en un taller.

Se comprende que lo ideal en las viviendas prefabricadas debe ser la mayor comodidad obtenida por el menor precio, lo cual sólo puede lograrse estudiando a conciencia los elementos prefabricados que formarán el edificio.

Economía, en un elevado porcentaje, equivale a rapidez; y esta rapidez se consigue sustituyendo los muros aparejados por grandes paneles de hormigón vibrado, sostenidos por una ligera estructura metálica de laminados de hierro que actúa a modo de grúas que mantienen la separación que marcan las medidas estandarizadas de los paneles.

Allí donde conviene un vano, se coloca un panel que lleve incorporado un marco metálico para puerta o ventana.

Estos paneles, en general, tienen al exterior la apariencia del hormigón vibrado; pero interiormente (lo que será el paramento interior del muro) presentan unos plafones de yeso tratado a presión que dejan una cámara de aire que actúa de aislante térmico y acústico.



Estructura de una vivienda obtenida con elementos prefabricados.



Fotografía obtenida durante la construcción de un bloque de viviendas mediante paneles prefabricados.

OTROS ELEMENTOS-LAVADEROS

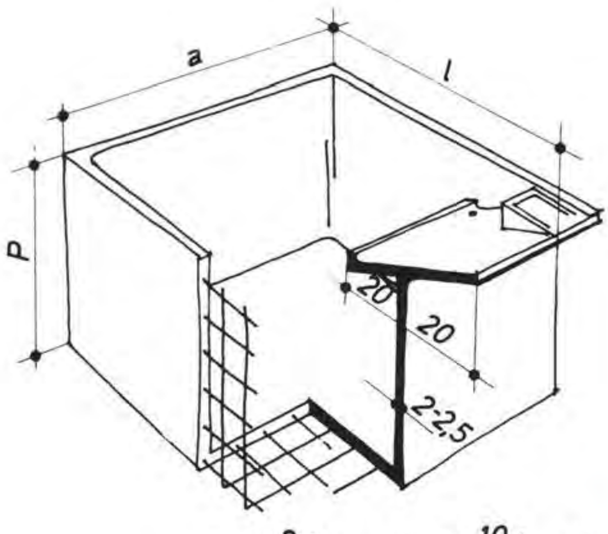
Recopilar la totalidad de elementos prefabricados que actualmente se emplean, es empresa que escapa a las posibilidades de un tratado general de la construcción.

Diremos, algo, empero, sobre un útil de primera necesidad que debe figurar en toda construcción de tipo doméstico: el lavadero.

Los lavaderos que se suministran en el mercado tienen unas medidas estandarizadas, que se determinan en función del número de personas que puedan habitar la vivienda en construcción.

La tendencia actual es construir lavaderos de capacidad más bien reducida; y ello, no sólo por razón de economía, sino también por motivos higiénicos. Es preferible utilizar pequeños volúmenes de agua renovada con frecuencia, que un mayor volumen que quizás llevaría al usuario a retenerla más tiempo del debido, sobre todo en los núcleos urbanos donde alguna empresa cobra por el suministro de agua.

Dos lavaderos de distinta capacidad son mejor solución que uno sólo de gran cubicaje, por la simple razón de que un lavadero pequeño es generalmente suficiente para satisfacer las necesidades cotidianas de una vivienda unifamiliar con muy reducido gasto de agua. El lavadero mayor se reserva para las necesidades de la colada semanal, por ejemplo.



Ø de 2/3 mm. cada 10/12 cm.

CAPACIDADES Y DIMENSIONES PARA LAVADEROS CORRIENTES DE HORMIGON ARMADO

Litros	Dimensiones en cm		
	l	a	p
150	70	60	45
220	80	60	45
250	90	60	50
300	100	60	50
400	100	80	50
500	120	80	60
600	140	80	60
750	180	70	60
1000	180	90	

Hemos aprovechado este apartado para dar estas ideas generales; pero debemos añadir que los lavaderos, en cuanto a su condición de elementos prefabricados se refiere, se construyen en formas, proporciones y estructuras que responden a unos módulos de normalización. Sobre ello proporcionamos un gráfico y tabla correspondiente, donde se reúnen las cotas a considerar en los lavaderos normales.

VENTANALES

Otro de los auxiliares de la construcción son los ventanales de hormigón vibrado; un producto prefabricado que, en determinadas circunstancias, sustituye ventajosamente los cercos de carpintería, sobre todo para cubrir vanos de gran luz. Así se explica su reiterada aplicación para solucionar la iluminación de naves industriales y huecos de escaleras.

Estos ventanales se suministran, sobre pedido, en distintas dimensiones; y estas dimensiones deben estipularse tomando por base un módulo de abertura que viene a ser como una unidad de cuyos múltiplos resultan las aberturas mayores. Partiendo del módulo se obtienen ventanales de composición horizontal o vertical.

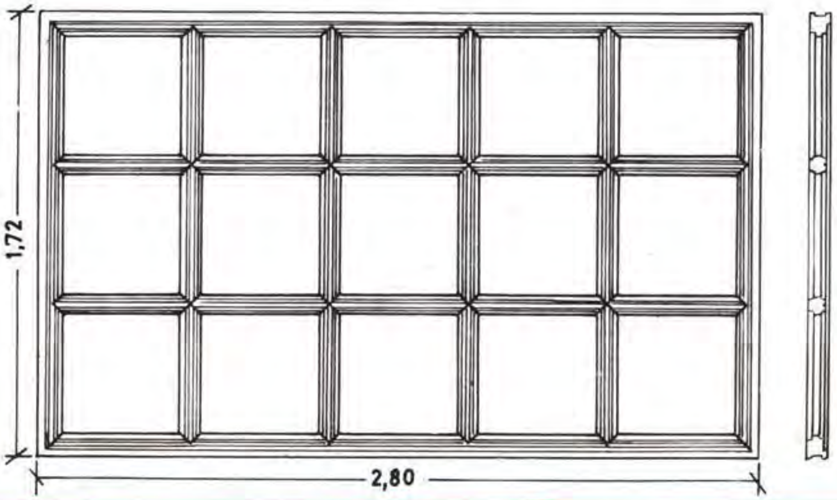
Estos ventanales ofrecen la posibilidad de obtener también aberturas practicables, acoplando marcos metálicos construidos de forma que permitan el paso del aire, eviten la entrada del agua pluvial y aseguren una perfecta sujeción de los cristales al marco móvil.

Tales ventanales se construyen según perfiles propios de cada marca.



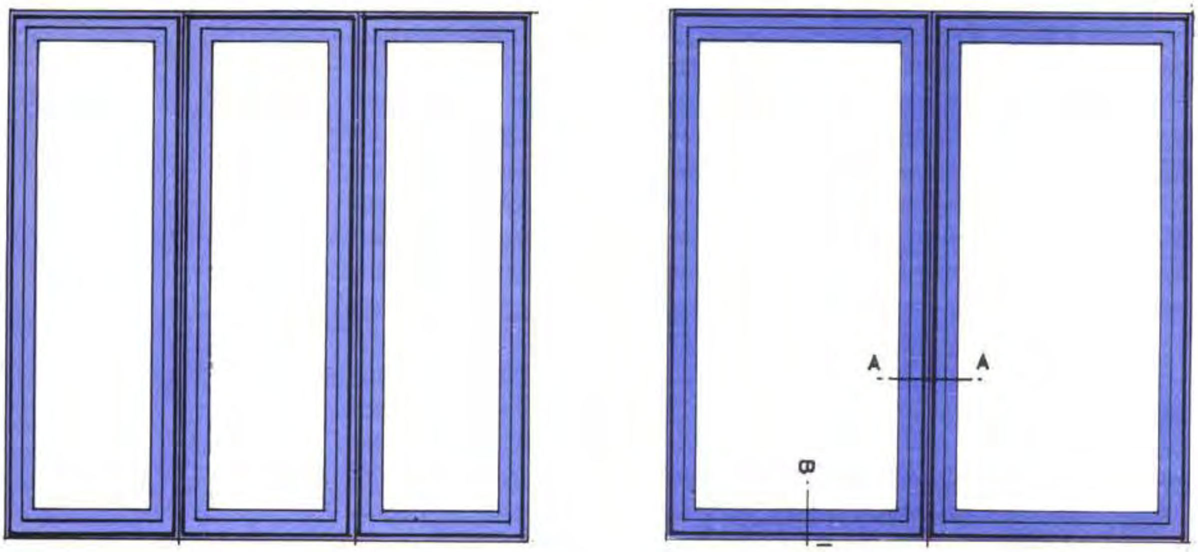


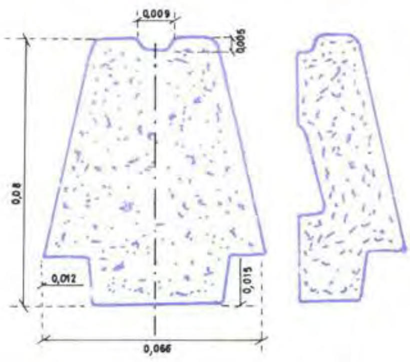
Fragmento fotográfico de un ventanal fijo de hormigón vibrado. Plano de la misma ventana, compuesto por cuatro módulos cuadrados.



Ventanal no practicable de forma rectangular obtenido con el mismo módulo cuadrado. Se comprende que partiendo del mismo cuadrado unidad es posible conseguir ventanales de distintas proporciones.

EJEMPLO DE VENTANAL PRACTICABLE DE HORMIGON VIBRADO





Partiendo de la modulación 60 x 60 es posible la composición vertical u horizontal de los cristales. Para composición horizontal pueden tomarse módulos de 20 y 30 cm; y de 60 cm para cristales que componen en vertical.



Aplicación de ventanales prefabricados en hormigón para solucionar los vanos de fachada de un gran edificio.

FIBROCEMENTO

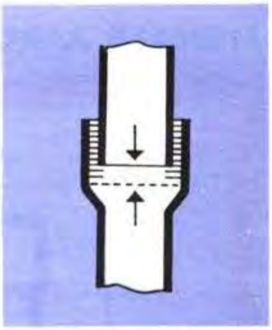
Entre la extensa gama de elementos prefabricados, adquieren importancia especial aquellos que se fabrican con cemento portland y amianto de fibra larga.

La mezcla de estos materiales proporciona una extraordinaria dureza y consistencia a la compresión así como un alto grado de impermeabilidad.

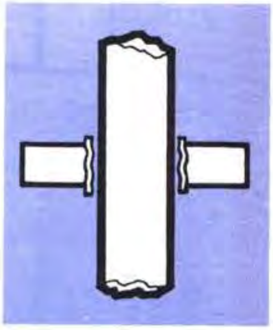
Con fibrocemento se construye casi la totalidad de desagües y albañales, infinidad de conducciones de humo, piezas para cubiertas, etc.

Su gran impermeabilidad se consigue gracias a procedimientos de fabricación especiales, que actúan por moldeo a alta presión por acción del aire comprimido.

La permeabilidad en las zonas de unión entre dos tubos se consigue, primero, haciendo que la copa del enchufe forme una sola pieza con el cuerpo del tubo, lo que evita las fugas a que pueden dar lugar las uniones. Además, las juntas se rellenan con mortero hidráulico. Otro sistema para *taponar* las rendijas de las uniones entre tubos consiste en colocar en ellas una junta de goma, o bien rellenarlas de una mezcla asfáltica.



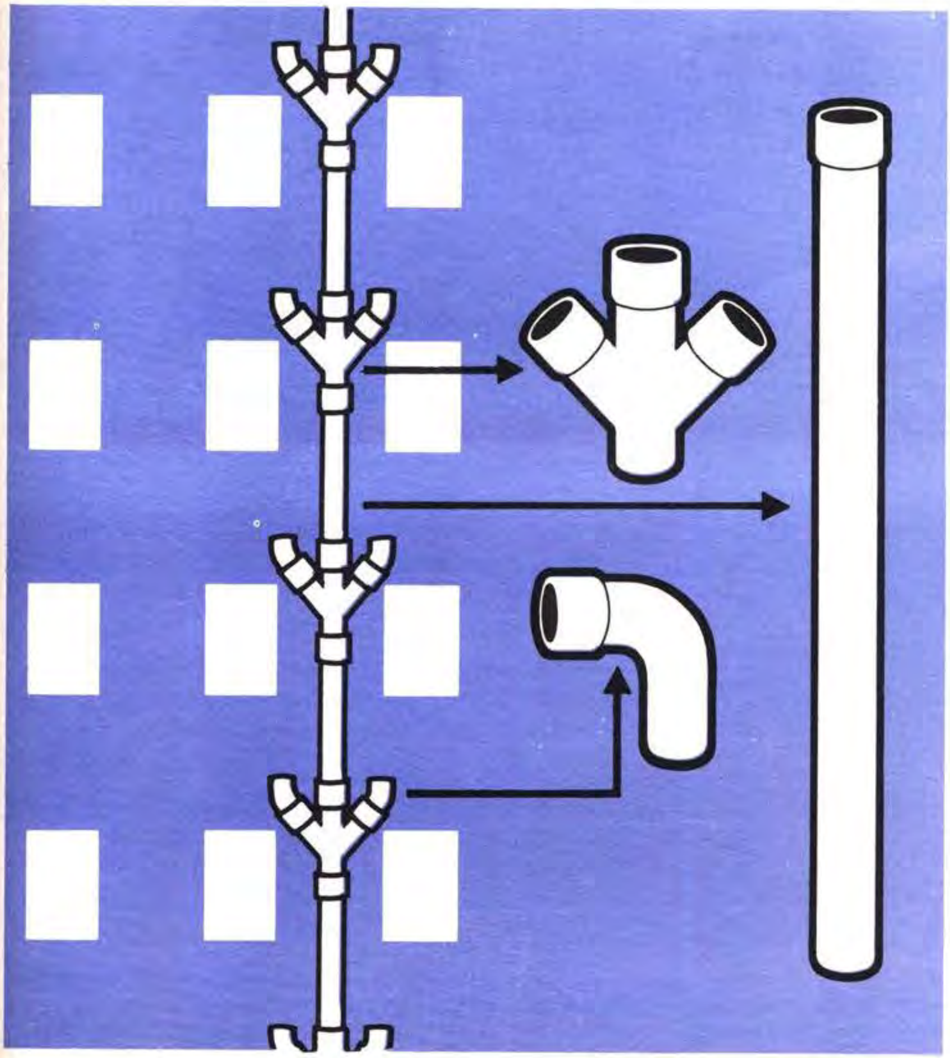
Unión de dos secciones de un bajante.



Cuando un bajante atraviesa un techo se rodea la sección con papel en un grueso de 2 a 3 milímetros.

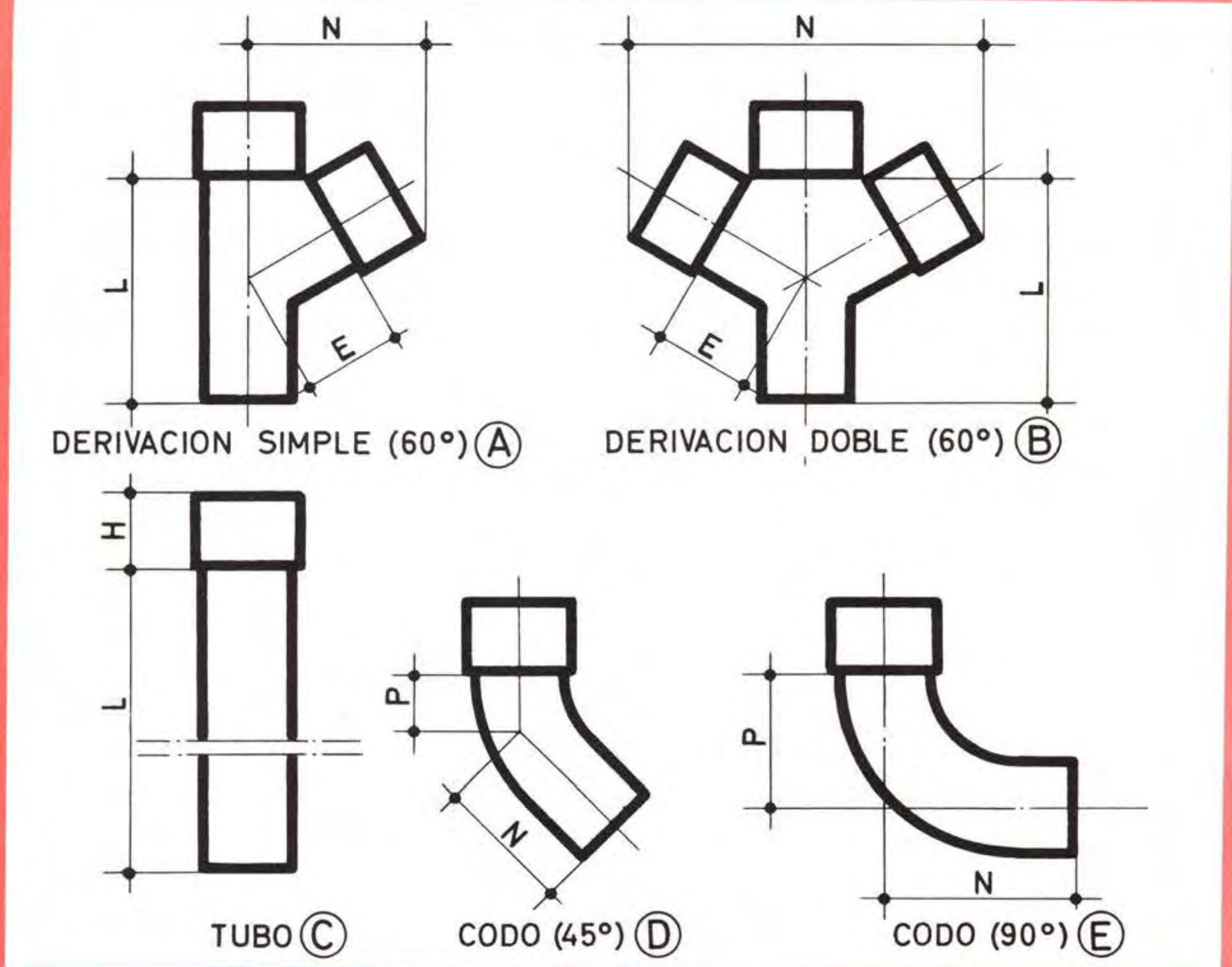


El fibrocemento se corta con facilidad con un serrucho apropiado.



Representación de los bajantes de desagüe en una vivienda de pisos. Representamos en detalle las piezas de que se compone.

MEDIDAS APROXIMADAS PARA PIEZAS DE DESAGÜES EN FIBROCEMENTO



	Diámetro exterior	L	N	E	Espesor	H	P
A	90 110 125	165 200 220	145 172 192	80 100 114			
B	90 110 125	165 200 220	290 345 385	80 100 114			
C	90 110 125	500 1000* 3000			16 18** 20	61 66* 71	
D	90 110 125		101 111 123				40 45 52
E	90 110 125		161 180 196				100 114 125

* Son medidas standard. Bajo pedido se construyen más largos.
** El espesor y H son comunes a todos los elementos.

Cotas en milímetros.

ALBAÑALES DE HORMIGON CENTRIFUGADO

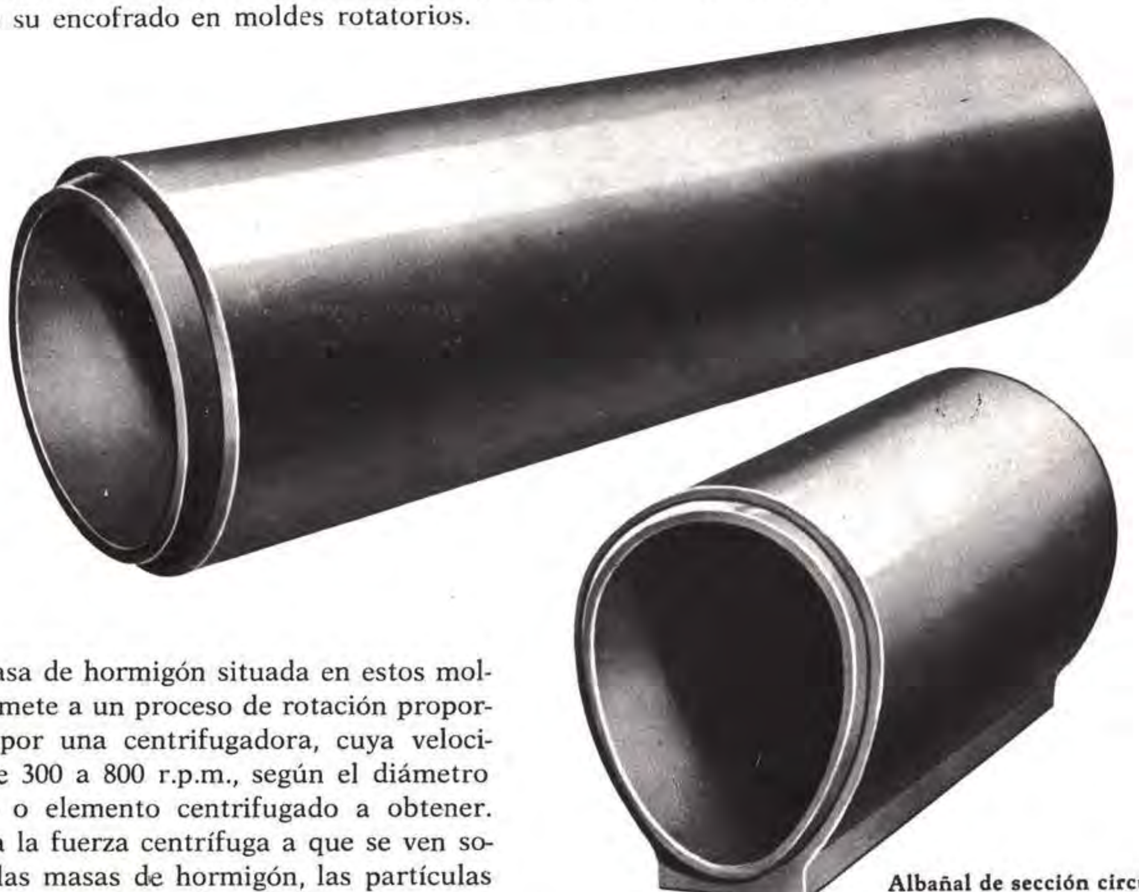
Al estudiar las plantas de cimentación dimos noticia de lo que eran los albañales y agregamos datos sobre sus formas más usuales y posiciones óptimas de situación.

Añadamos que estas piezas forman parte de la familia de los prefabricados de hormigón.

Se presentan en piezas de sección oval, óptima para albañales que normalmente conducen caudales que no ocupan la totalidad de la sección; o bien de sección circular cuando deben verse totalmente llenos. Tienen longitudes de un metro y de metro y medio cuando se construyen de hormigón centrifugado.

El hormigón centrifugado presenta notables características de impermeabilidad.

La obtención de elementos centrifugados se limita a los modelos que permiten su encofrado en moldes rotatorios.



Albañal de sección circular y albañal de sección oval.

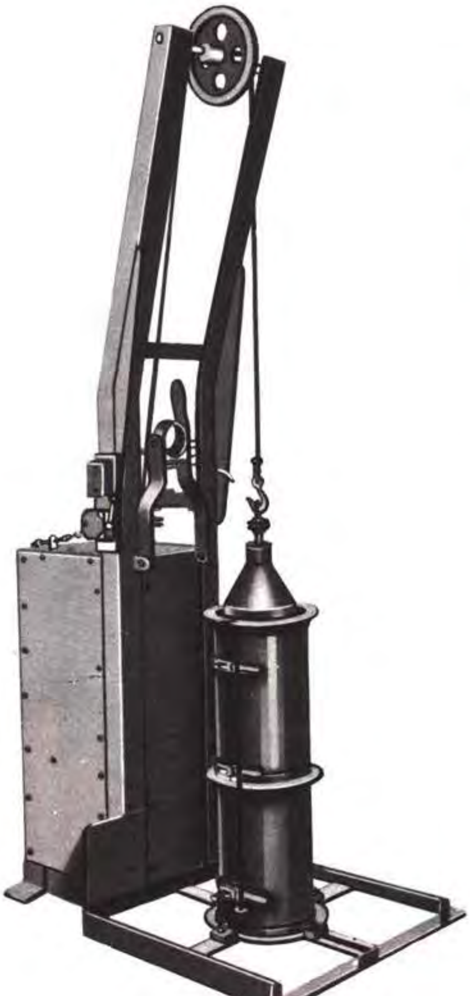
La masa de hormigón situada en estos moldes se somete a un proceso de rotación proporcionado por una centrifugadora, cuya velocidad es de 300 a 800 r.p.m., según el diámetro del tubo o elemento centrifugado a obtener. Gracias a la fuerza centrífuga a que se ven sometidas las masas de hormigón, las partículas de mayor masa se ven impulsadas contra las paredes del encofrado, donde forman una primera capa, seguida de otra compuesta por las partículas de menor masa. El cemento puro queda formando un revestimiento interior.

Los tubos centrifugados presentan superficies muy lisas, tanto interiores como exteriores.

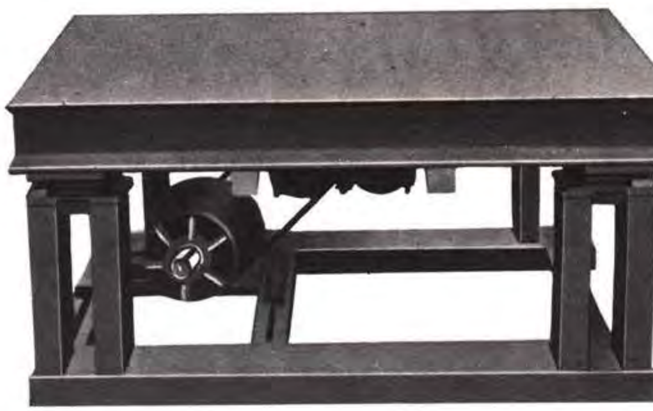
Este procedimiento permite la fabricación de elementos armados o sin armar.

Para completar esta información, vea algunas ilustraciones en que aparecen distintas máquinas para la fabricación de productos vibrados.

Destacamos las mesas con superficies vibratorias, que solucionan el vibrado de los prefabricados en cuya forma global predomina la componente horizontal, tales como paneles y ventanales, cuyos moldes, debido al escaso grosor de material que contienen, no admiten un vibrado normal. Una vez llenos los moldes y situados encima del tablero horizontal de estas mesas, se les comunica un movimiento vibratorio adecuado que se transmite por inercia a la masa de hormigón que debe fraguar en el interior de los encofrados.



Máquina para la fabricación de tubos vibrados.



Mesa vibrante.



Maquina mezcladora.

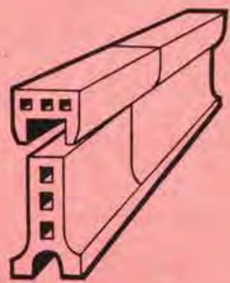


Prefabricados cerámicos

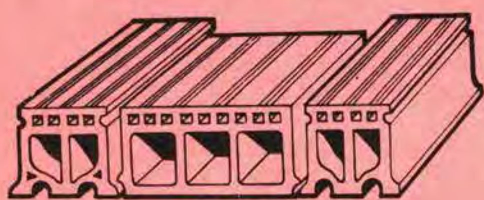
Atrevida fachada, obtenida con elementos cerámicos formando celosías, de un edificio para viviendas.



VIGUETA



VIGUETA



TECHO CERAMICO



TECHO CERAMICO



TECHO CERAMICO

He aquí algunos elementos cerámicos de la familia de los prefabricados.

PREFABRICADOS CERAMICOS

Nótese que, en términos generales, entendemos por *producto prefabricado* aquel que, excluyendo el proceso de prefabricación, debiera obtenerse con el concurso de múltiples elementos unitarios. Tal es el caso —uno de los más característicos— de las bovedillas propias del forjado de pisos. Cada elemento prefabricado corresponde a un tramo de revoltón, que por el procedimiento clásico debe obtenerse con la adecuada yuxtaposición de ladrillos.

De acuerdo con este criterio, será improcedente hablar de un producto prefabricado cuando se trate de una pieza pensada para solucionar un determinado problema, pero que es, en realidad, una unidad constructiva.

Sin embargo, priva la costumbre de diferenciar los elementos constructivos que no pueden llamarse clásicos de aquellos que sí lo son, incluyendo a los primeros en la familia de los prefabricados.

Puesto que la cerámica roja (barro cocido) es el material que, por el momento, garantiza menor precio de coste, es lógico que se hayan ideado distintas piezas que, por permitir la unión de hormigón armado y cerámica, motiven un positivo ahorro en la cantidad de hierro a emplear en la obra.

Descartando los ladrillos —en toda la extensa gama que ya conocemos, y que por la razón expuesta no consideramos prefabricados—, encontramos una gran variedad de piezas en cerámica roja que solucionan no pocos problemas.

En la exposición de material prefabricado que obligatoriamente debemos hacer se ha procurado que los modelos representados respondan a lo que, hasta el momento, debe considerarse como prototípico.

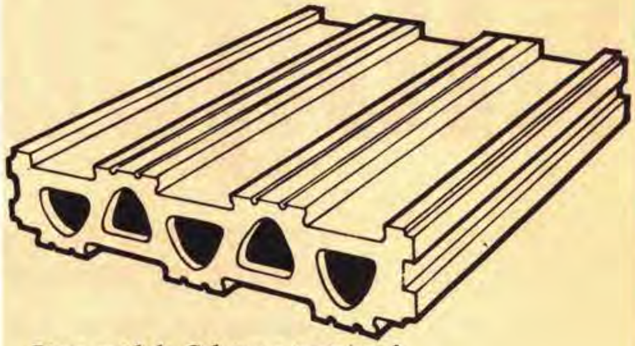
Con ello queremos decir que, dado el afán superador de todas las empresas dedicadas a la producción y venta de elementos prefabricados, es previsible la mejora en los productos que hoy invaden el mercado y la aparición de nuevos artículos, que en ciertos casos pueden llegar a implantar nuevos procedimientos constructivos.

Dentro del ramo de los prefabricados cerámicos, por ejemplo, podemos citar la aparición de piezas que se han proyectado de modo que puedan emplearse para la obtención de los más variados elementos, tanto de estructura como de cubierta.

Ilustramos este comentario con la descripción gráfica de un elemento prefabricado, amparado por patentes internacionales, que se ha lanzado al mercado con el nombre de marca de CELETYP. Insistimos en que lo describimos a título de ejemplo.

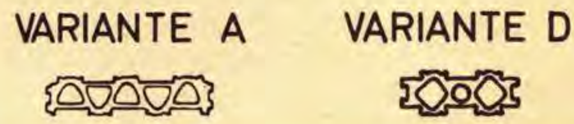
La base o módulo del sistema es una pieza cerámica de 50 cm de largo por 20 cm de ancho y 4'5 cm de espesor máximo, que pesa 3'6 Kg. Tiene cinco huecos longitudinales parabólicos a dos niveles distintos, dos de los cuales están invertidos respecto a los otros tres. Unos canales longitudinales y laterales permiten el perfecto acoplamiento de unas piezas con otras.

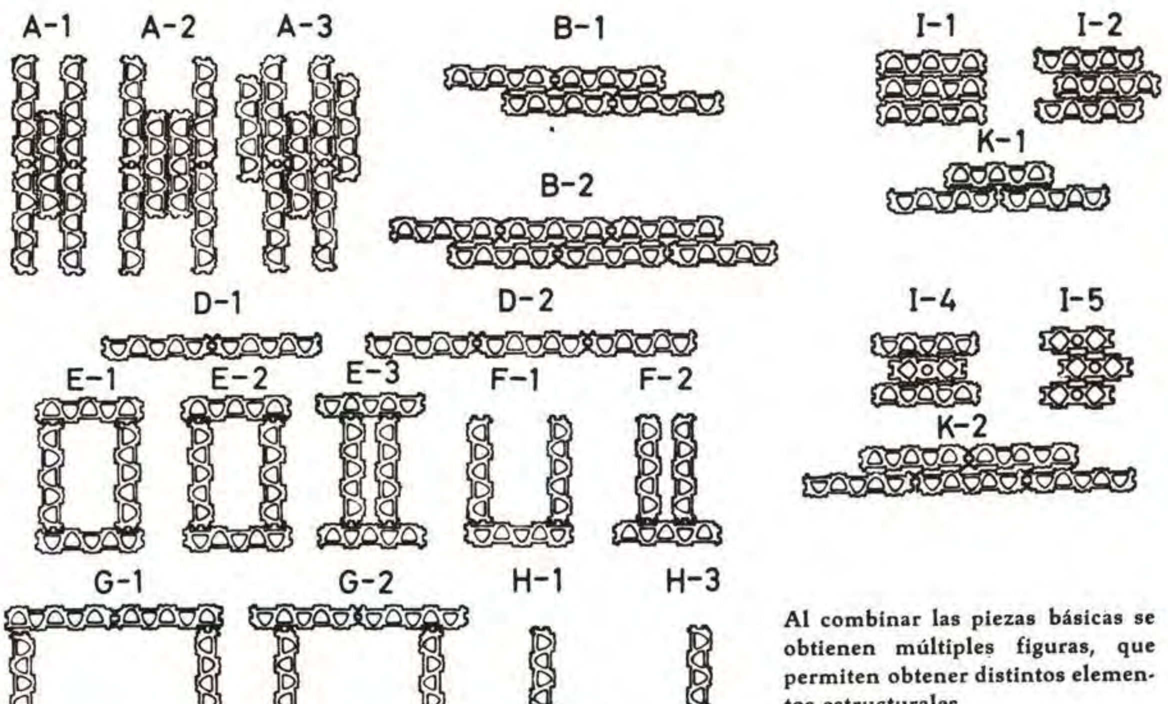
Con tales piezas es posible estructurar pilares, jácenas, pisos y cubiertas, tramos de escaleras, etc.



Pieza módulo Celetyp o variante A.

Sección transversal de piezas base.





Al combinar las piezas básicas se obtienen múltiples figuras, que permiten obtener distintos elementos estructurales.

Proyectos 5

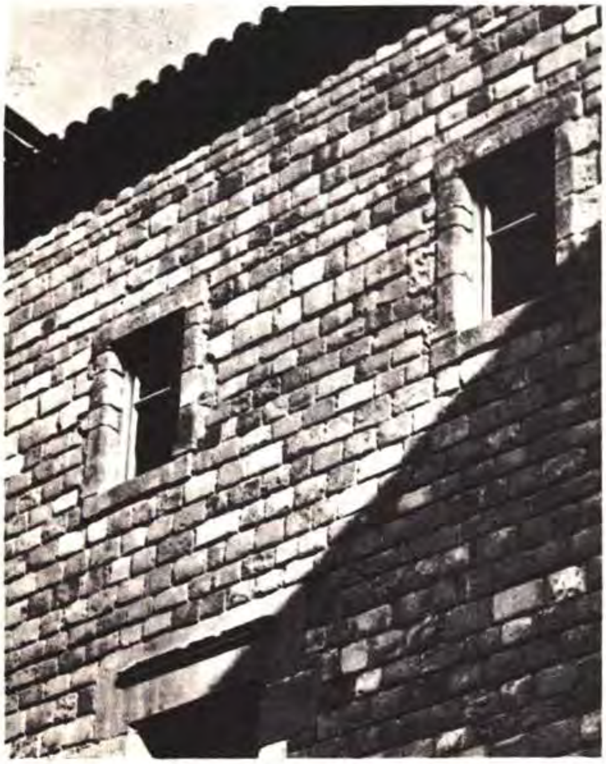
LOS VANOS EN LA EDIFICACION - SU IMPORTANCIA
CLASES DE VANOS - SUS DIMENSIONES
LA EVOLUCION DE LOS VANOS EN LA CONSTRUCCION

No hay duda de que una de las cosas que mayormente distingue una edificación antigua de otra moderna es la preponderancia que en la segunda tienen las aberturas sobre los espacios cerrados.

Si estableciésemos una proporción entre la superficie cubierta y las superficies abiertas en la fachada de una edificación románica, por ejemplo, es evidente que en ella predominaría el espacio cubierto por el muro sobre la superficie ocupada por puertas y ventanas. La diferencia entre ambas es notable.

En cambio, en los modernos edificios urbanos la mayor parte de las superficies de sus fachadas está ocupada por las aberturas o vanos.

Esta diferencia se debe en parte al desarrollo de las técnicas constructivas, cierto; pero no son únicas las razones que proporciona el progreso técnico para justificar la escasez de vanos en los edificios de tiem-





pos pasados y su superabundancia en las modernas construcciones. La evolución social y las necesidades funcionales han jugado un gran papel en la evolución formal y cuantitativa de los vanos.

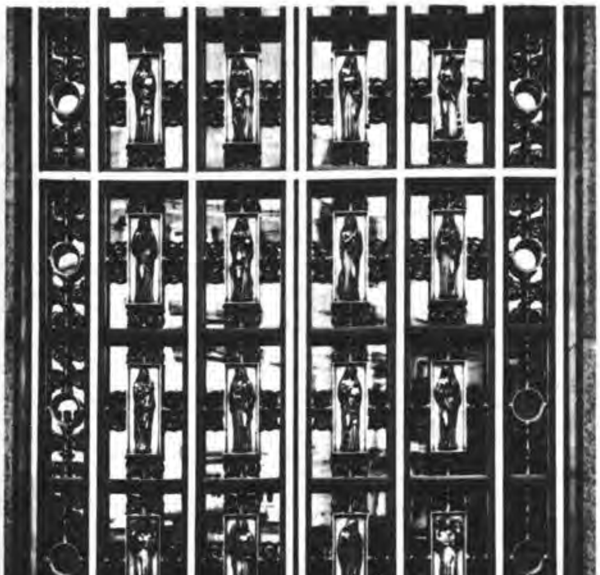
Las aberturas, que en principio fueron muy reducidas por simples razones de seguridad, se amplían a medida que se perfeccionan los sistemas de cierre.

Por otra parte, la evolución estilística de la arquitectura (sujeta, como todo arte, a la evolución intelectual de la sociedad humana) ha determinado infinidad de formas para puertas y ventanas, solucionando por un lado problemas puramente estéticos y constructivos (en cuanto el edificio propiamente dicho) y por otro el problema de dotar al vano de un sistema de cierre que protegiese el interior de la estancia de los factores atmosféricos o de la curiosidad humana. Una ventana, pongamos por caso, debe procurar luz al interior; pero al mismo tiempo debe impedir la entrada de la lluvia, del viento o del frío, cuando tales circunstancias meteorológicas afectan al espacio exterior.

Actualmente, con la posibilidad de fabricar grandes cristales y con la aparición de la carpintería metálica que sustituye la madera por piezas de hierro laminado, puede decirse que prácticamente no hay límite para las dimensiones de un vano. La posibilidad de cerrarlo con material transparente ha dejado de ser un problema; cualquier vano puede ser cerrado sin que por ello quede restringido el paso de la luz.

Por otra parte, los sistemas de seguridad han recho cambiar radicalmente el concepto de la invulnerabilidad de las entradas. Ha desaparecido, sobre todo en los núcleos urbanos de importancia, la pesadez

Los sistemas de seguridad han hecho cambiar el concepto de vulnerabilidad de las entradas.





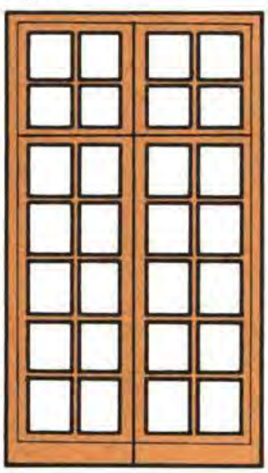


Ventana entera o de una hoja.





Ventanas medias o de dos hojas.



Ventana de imposta.

de las grandes y robustas puertas y ventanas enrejadas, de las construidas con enormes tablones de madera o cubiertas con plancha metálica.

Es curioso observar cómo los deseos de aire y luz que caracterizan al hombre de las grandes ciudades, que trabaja encerrado en fábricas, comercios y oficinas, condiciona la preponderancia de los vanos en la arquitectura ciudadana. En cambio en la arquitectura rural, y de modo especial en zonas eminentemente agrícolas, las aberturas aún mantienen las dimensiones estrictamente necesarias para cubrir las necesidades de tipo higiénico.

Los vanos, pues, son parte consustancial en el edificio, donde cumplen una triple misión de acceso, ventilación e iluminación. Sus dimensiones dependen del mínimo de necesidades que en cada edificio aconseje el perfecto cumplimiento de las mismas.

FACTORES QUE DETERMINAN LA FORMA, CONSTRUCCION Y DIMENSIONADO DE LOS VANOS

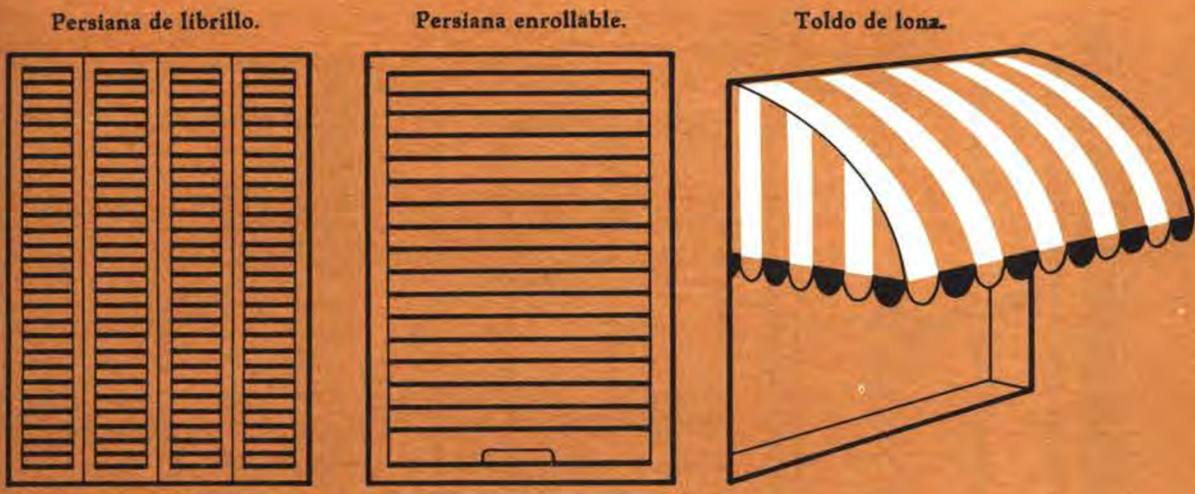
En estas consideraciones sobre las zonas abiertas de los edificios, nos interesa tanto el vano en sí (considerado como abertura practicada en la obra) como su forma de cierre. Así, cuando nos referimos a una ventana, no pensamos tan sólo en la superficie de fachada libre de muro, sino también en todo el mecanismo que permite abrir y cerrar esta ventana, que puede regular la mayor o menor entrada de luz..., etc.

Para decidir las dimensiones y situación acertada de los vanos, así como su disposición armónica dentro del conjunto de las fachadas, deben considerarse las posibilidades constructivas de los materiales y analizar las relaciones entre las conveniencias del ambiente interior y las condiciones del clima exterior. Por otra parte, no puede olvidarse que los vanos o ventanas influyen de forma definitiva en la disposición de los muebles de la estancia que iluminan y ventilan.

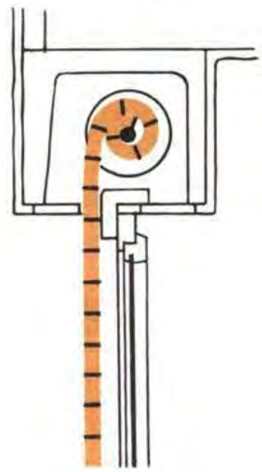
La forma, situación y dimensión de las ventanas debe establecerse para que se ilumine el máximo espacio durante el máximo tiempo posible, puesto que ello repercute directamente en un factor no sólo ambiental sino económico: el ahorro de energía eléctrica

Parece, pues, que lo mejor es conseguir vanos muy amplios. Esta solución, que sin duda proporciona un máximo de luz, tiene una contraindicación: los vanos se convierten en grandes zonas por donde se pierde calor. La superficie de los cristales es una zona de absorción directa del calor, por lo cual un vano demasiado grande —y según las condiciones climatológicas en que el edificio se encuentre inmerso— resultará antieconómico porque la ganancia de luz no compensará el gasto excesivo para caldear o refrigerar el local.

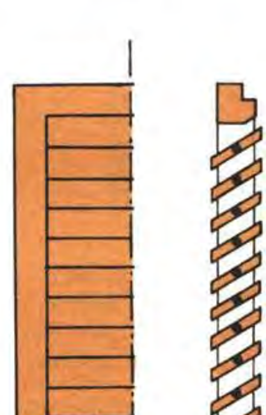
Otra cuestión ciertamente importante, que condiciona el proyecto de una ventana, es la salvaguarda de la intimidad de los habitantes del edificio. Si se trata de una abertura que sólo se justifica por la necesidad de aire y luz (tal es el caso de las ventanas que comunican con patios interiores, por ejemplo), basta con colocar un cristal translúcido, pero no transparente, para evitar que desde el exterior pueda verse la estancia. Infinidad de tipos de cristales esmerilados o con superficies rugosas solucionan el problema.



La protección normal contra el sol se obtiene por medio de persianas, marquesinas, tableros, postigos, etc.



Sección de la instalación de una persiana enrollable y sección de una persiana de librillo.



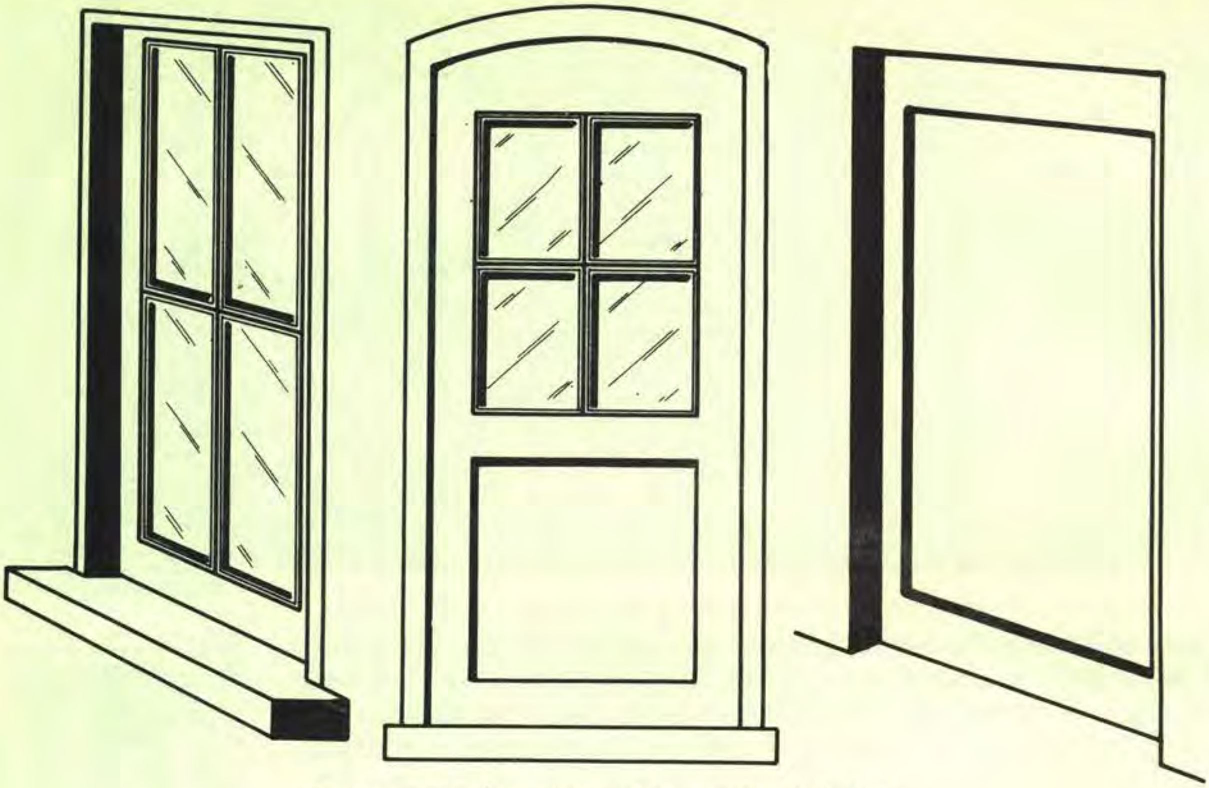
Pero en aquellos vanos de fachada que además de dar luz y aire son los verdaderos ojos de la vivienda, a través de los cuales se nos muestra el mundo exterior, los cristales deberán ser transparentes. Deben añadirse cierres especiales, que según el deseo de los moradores los aíslen (por decirlo así) de miradas ajenas. Las persianas enrollables de múltiples modelos, las persianas de tablillas, los postigos, las cortinas y visillos, son ingenios que evitan la vista desde el exterior, y procuran no eliminar del todo la entrada de la luz natural.

La protección contra el sol es otro de los factores que deben exigirse en la construcción de los vanos, en beneficio de los habitantes del interior del edificio. La protección normal contra el sol se consigue mediante marquesinas, tableros, toldos, persianas (enrollables o de librillo), postigos, etc.

Como se deduce de todo lo dicho, son muchos y de índole muy varia los factores a tener en cuenta cuando se trata de proyectar los vanos de un edificio. Podemos resumir diciendo que, por lo que al interior de la estancia se refiere, los vanos deben procurar un máximo de comodidad, de acuerdo con la finalidad de la estancia y con el tipo de vida social a desarrollar en ella. También el aspecto exterior del edificio o fachada está condicionado en gran parte por el tipo de vanos que en ella figuren. Tanto es así, que por los vanos pueden reconocerse los distintos destinos y aplicaciones del edificio.

Los vanos son, en definitiva, los que dan el efecto estético — agradable o erróneo — al exterior del edificio; son lo que da carácter a la fachada.

Hasta aquí, obsérvelo, hemos hablado casi exclusivamente de los vanos destinados a proporcionar luz al interior de los edificios; es decir, hemos hablado de ventanas. Pero no olvidemos tampoco la necesidad de principio que obliga al hombre primitivo a practicar una abertura en su choza: el tránsito, o sea la necesidad de entrar y salir del edificio, e incluso de la necesidad de desplazarse en su interior de una



Los vanos son elementos que dan carácter a la fachada.

estancia a otra. Esta misión, claro, la cumplen los vanos que normalmente denominamos puertas.

El tránsito hacia el interior de los edificios y el tránsito entre sus dependencias puede referirse principalmente a personas, animales o vehículos, cada uno de los cuales impone unas medidas máximas y unas medidas mínimas a la anchura y altura de las puertas. Muchas veces resulta un verdadero problema, en relación a la distribución total de los espacios disponibles en la obra, respetar para ventanas y puertas unas medidas mínimas necesarias para su función específica.

De ahí que para el proyectista resulte de capital importancia tener una idea lo más exacta posible de las posibilidades que existen en cuanto a la distribución de puertas y ventanas y de sus dimensiones mínimas, de acuerdo con la función que deben desarrollar y también en cuanto a las distintas posibilidades constructivas.

ABERTURAS O VANOS DE ACCESO AL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS - PUERTAS

En el momento de proyectar, y ante la necesidad de determinar las medidas de una puerta de acceso lo primero que debemos hacer es considerar sus medidas mínimas y máximas.

Es evidente que si contamos con un tipo de normalización que proporcione las medidas mínimas que deben tener los vanos de acceso, aplicar otras medidas superiores sólo depende de factores variables.

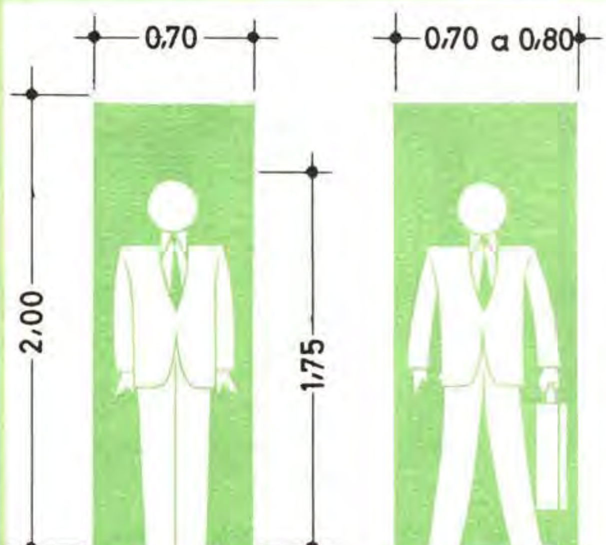
Las medidas máximas, en efecto, siempre estarán dadas por la estructura del propio edificio y por el aspecto económico, o sea por la suma que alcance el presupuesto, porque las puertas o cierres de acceso siempre resultan mucho más caras que la propia pared de la estructura del edificio que reemplazan. Por tanto, desde el punto de vista del estudio que vamos a emprender, sólo nos interesa considerar las medidas mínimas. Si por el carácter del edificio podemos movernos con medidas superiores a las mínimas, en realidad no existe problema alguno.

Las medidas mínimas, como es natural, se referirán a la altura y anchura del vano; dimensiones que están determinadas por la función que este vano debe cumplir dentro de la edificación o, concretamente, en cuanto a abertura de la entrada a la misma. Las medidas serán unas u otras según lo que deba pasar por la puerta que proyectamos.

No será lo mismo proyectar una puerta por la que normalmente sólo deben pasar personas, que proyectar una puerta por la que deben pasar vehículos; y eso no sólo refiriéndonos a sus dimensiones, sino también a su diseño, a su estilo; a lo que, en fin, dará carácter al portal del edificio.

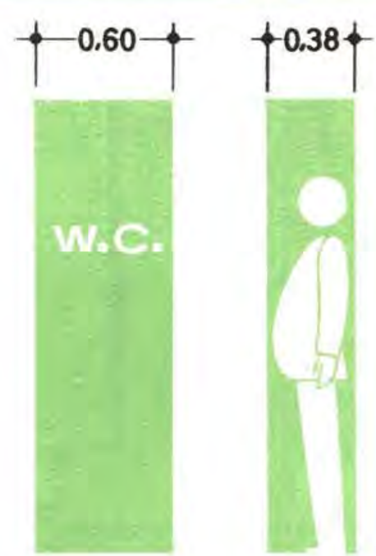
Ahora se trata de dar las medidas mínimas bajo las que debe proyectarse una puerta según su función. Preferimos solucionar este menester por medio de gráficos y epígrafes a ellos referidos, por considerar que estas cosas siempre quedan muchísimo más claras cuando se explican por imágenes que cuando se explican por simples palabras.

Así, pues, considere los gráficos que siguen, con la seguridad de que representarán una positiva ayuda cuando trate de distribuir el interior de un piso, por ejemplo, o la fachada de una casa.



Las medidas mínimas normales para una puerta interior son las indicadas.

Una anchura de 0'75 a 0'80 metros permite mayor libertad de tránsito, aun suponiendo a un hombre llevando una maleta.



Para las puertas de servicio la anchura mínima aceptable es 0'60 metros. En ferrocarriles es aceptable incluso una anchura de 0'38 metros.



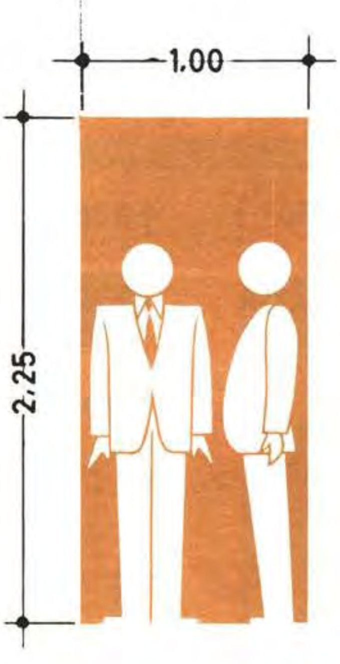
Tránsito holgado de una sola persona.



Tránsito holgado para una mujer con cesta.



Tránsito holgado para una persona con dos maletas.



Puerta capaz de permitir, con alguna dificultad, el paso de dos personas.



Con 1'15 metros de anchura pueden transitar normalmente dos personas.



Para tres personas de corpulencia normal debe contarse con una anchura de puerta no inferior a 1'70 metros.

Para locales públicos y edificaciones rurales rigen medidas mínimas que no comentamos ahora.

DESIGNACION CORRIENTE PARA LAS PUERTAS EN LOS DIBUJOS EN PLANTA

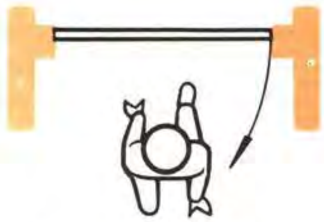
Basándos en el caso de la existencia de una puerta que cierra un pasillo de tránsito, se establece para la misma una designación corriente que consiste en llamarla *puerta derecha* o *puerta izquierda.* Esta nomenclatura se extiende a las puertas de armario y hojas de ventanas.

Para determinar si es derecha o izquierda haga lo siguiente: imagine que usted puede abrir la puerta que trate de analizar no empujando, sino tirando de ella. Póngase ahora frente al vano abierto; si la puerta queda a su izquierda, se tratará de una puerta izquierda. Si queda a la derecha, se tratará de una puerta derecha.

En las representaciones en planta, una vez determinada la puerta, se hace lo propio no sólo con la hoja de la puerta, sino también con las bisagras y manubrio. Todos los elementos serán derecha o izquierda según pertenezcan a una puerta derecha o una puerta izquierda.

.Cuando se trata de puertas de dos hojas, la denominación se hará por separado para cada una, con las mismas consideraciones que hemos tenido para una puerta de una sola hoja.

Fíjese en una cosa: en el tránsito normal, inconscientemente, abrimos con la mano izquierda las puertas izquierdas y con la mano derecha las que son puertas derechas. Entiéndase que esta costumbre se refiere al acto de abrir las puertas tirando de ellas, no empujando.

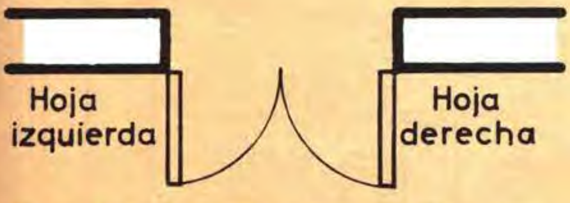


Puerta que cierra un pasillo de tránsito.

Será una puerta izquierda si, al abrir tirando, queda a la izquierda.







Puerta de dos hojas. Cerradura a derecha y gozne a izquierda.



Puerta de dos hojas. Cerradura a izquierda y gozne a derecha.

Basta con hojear un tratado sobre decoración, o aun mejor un tratado sobre estilos arquitectónicos, para darse cuenta de que para conseguir una descripción total de los distintos modelos de puertas que podemos considerar haría falta un libro más que regular de grueso.

Confiando en la imagen más que en la palabra, intentaremos resumir las características más acusadas que pueden caracterizar una puerta, centrando este resumen en lo que conviene a puertas interiores. Después haremos lo propio con las puertas exteriores.

Como datos comunes, referidos a los tipos de puertas más divulgados, anotemos:

Que las puertas interiores suelen construirse a base de un bastidor con plafones macizos o contrachapados. Estos bastidores presentan, desde un punto de vista plástico, divisiones sencillas de toda la superficie de la puerta.

Que podemos considerar puertas de un solo plafón, de dos, de tres o de más, en cuya distribución debe buscarse una división armónica de la puerta.

Que, en oposición a las puertas plafonadas, se construyen puertas lisas por entero, con bastidor interior recubierto de planchas de tablero contrachapado, indicados para lugares donde sea necesaria gran limpieza.

Que estas puertas lisas son muy propias de una fabricación en serie, y que por la economía que representan son muy empleadas.

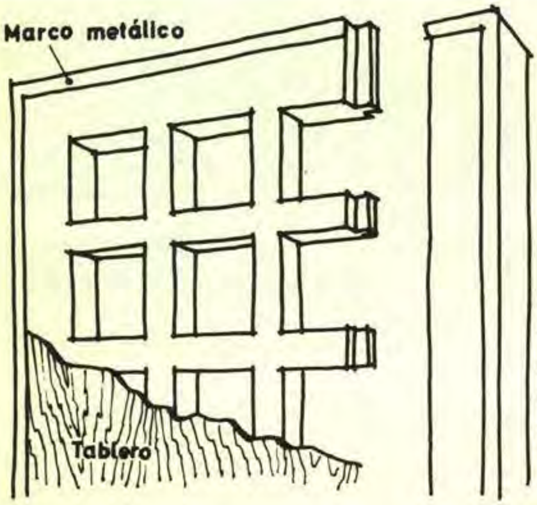
Que en las estancias o pasillos iluminados, suelen colocarse puertas vidrieras, en que los plafones se sustituyen por cristales translúcidos.

Que las puertas, sean o no vidrieras, pueden ser dobles o sencillas, según consten de dos o de una hojas.

En cuanto a la nomenclatura de sus elementos constructivos, en una puerta podemos considerar:

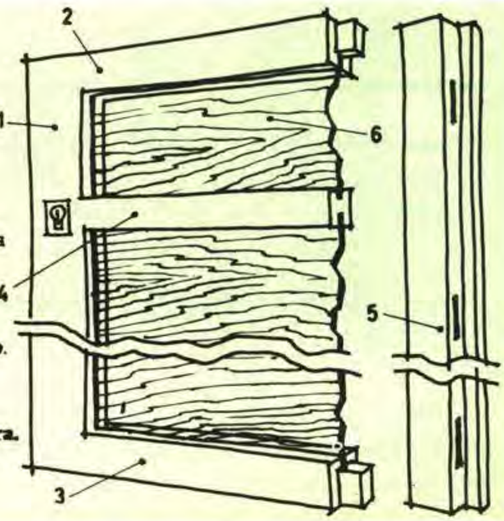
Los LARGUEROS. Son los elementos estructurales que constituyen los montantes verticales. Se llama *larguero de bisagras* a aquel que mediante las bisagras se une al montante que recuadra el vano; y *larguero de encuentro* al que se une con la otra hoja, cuando se trata de una puerta doble, o con el lado del marco opuesto al de bisagras si la puerta es sencilla.

Los montantes horizontales se llama TRAVESAÑOS. Naturalmente, podemos considerar el *travesaño superior* (límite superior), el *travesaño inferior* (hojas del montante) y, si los hay, *travesaños intermedios*. De ellos, el que se aprovecha para sujetar la cerradura será el *travesaño de cerradura*.



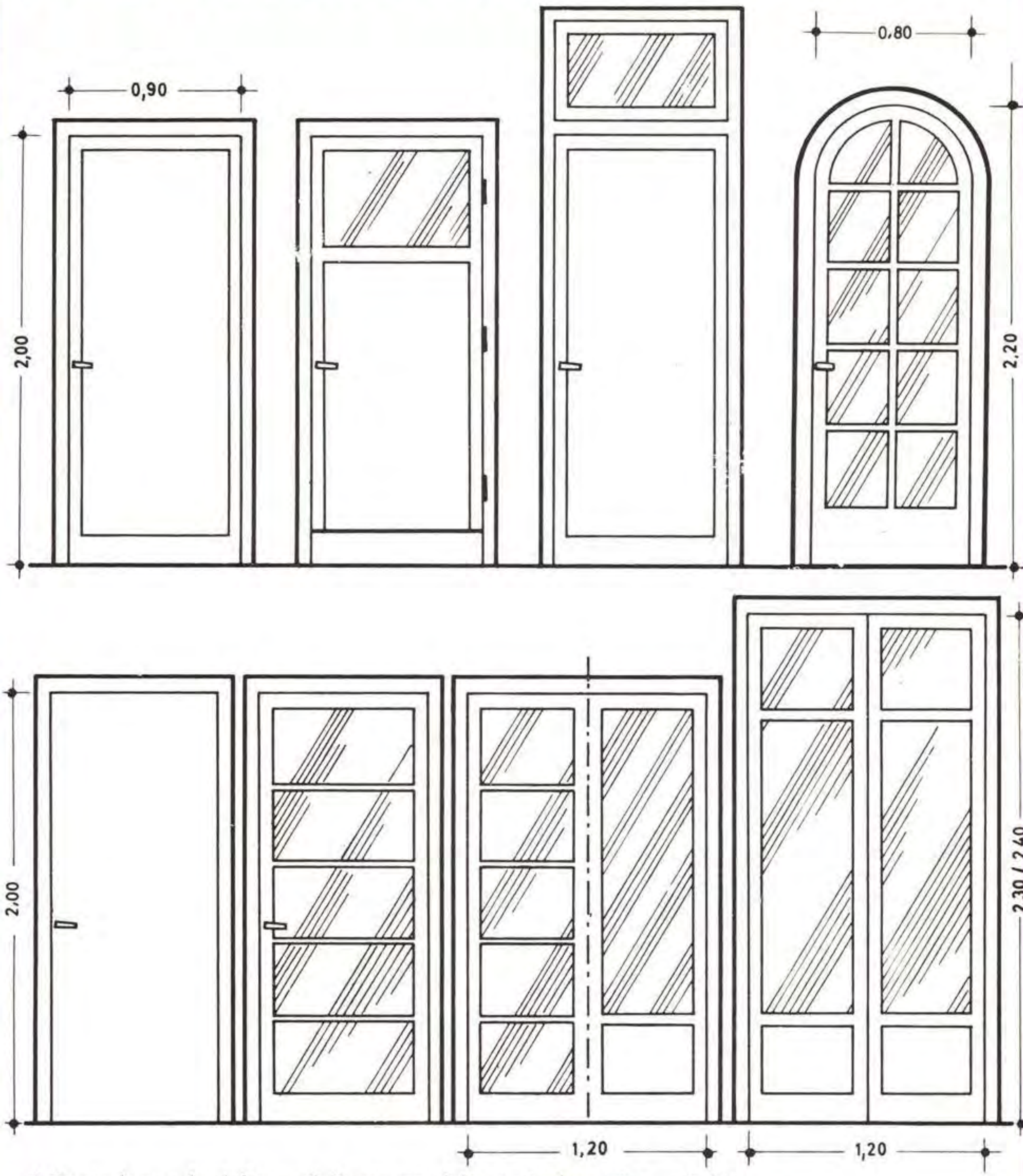
Nomenclatura para puertas:

1. Larguero de encuentro.
2. Travesaño superior.
3. Travesaño inferior.
4. Travesaño de cerradura.
5. Larguero de visagras.
6. Panel.

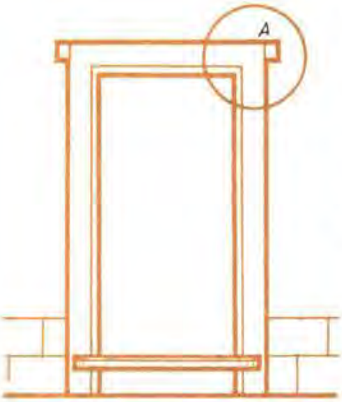


La superficie rectangular que forma el plafón es un PANEL y así se denomina. Será un panel de madera o de contrachapado.

TIPOS MAS CORRIENTES Y ACONSEJABLES PARA PUERTAS INTERIORES

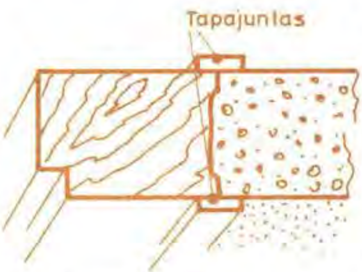


1. Puerta de un solo plafón. — 2. Puerta con plafón y cristal superior. — 3. Idem con cristal más elevado. — 4. Puerta vidriera de arco, de una sola hoja. — 5. Puerta lisa. — 6. Puerta vidriera de una hoja. — 7 y 8. Vidrieras para puerta de dos hojas. — 9. Idem con mayor altura.





Los marcos se colocan antes de levantar el tabique. El listón "1" mantiene el paralelismo entre los dos largueros. Los hierros C aseguran la trabazón entre marco y obra



Sección de larguero en un marco para pared de 4'5 centímetros.



Soluciones para marcos en paredes de grueso superior a media asta.

LOS CERCOS O MARCOS

Las hojas de las puertas no se unen directamente a la obra de fábrica que circunda el vano, sino que su fijación se establece a través de unos marcos o cercos, que se aplican recubriendo interiormente lo que podemos llamar perfil del vano. Tales marcos se preparan para recibir los herrajes que permitirán la maniobra de abrir y cerrar las hojas de las puertas.

Los marcos pueden abarcar todo el grueso de la pared, o parte del mismo. Si el marco se aplica a un tabique, es natural que lo cubra por entero; pero si la pared en la que se ha practicado la abertura es de media asta o de grueso aún mayor, el cerco que lo cubriese por completo sería antieconómico (con lo cual no se excluye la posibilidad de la solución), por lo que se determinan marcos de esquina alojados en un ángulo de mocheta previsto en obra.

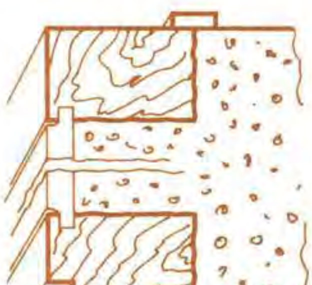
El ángulo de mocheta se prescribe tanto para encajar marcos de esquina de madera como para marcos metálicos.

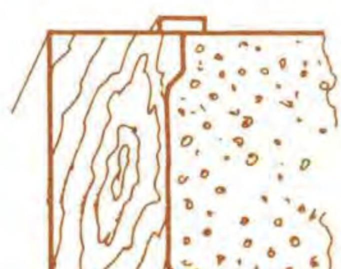
Concretemos que en los vanos abiertos en tabiques y paredes de poco espesor puede suprimirse el ángulo de mocheta, para sujetar los marcos mediante la fijación de un huso triangular en la cara de la obra o bien por medio de grapas empotradas en ella.

Los cercos de madera pueden sustituirse por modelos fabricados en acero u hormigón, con la ventaja de que su mayor dureza y su resistencia a la deformación (no les afectan los cambios de temperatura y de humedad ambiente) garantizan que sus aristas permanezcan rectas a pesar de los golpes que puedan recibir durante las obras. Téngase en cuenta que los cercos se colocan en su emplazamiento antes de levantar el tabique o muro que deberá rodearlos.

Los marcos de acero suelen anclarse mediante tres grapas situadas en cada montaje. Limitando el marco de la parte inferior, existe un tirante de fleje que, al colarlo en la obra, queda empotrado en el pavimento.

Los cercos de hormigón tienen parecidas ventajas. Están formados por tres piezas: dos que forman los largueros y otra que constituye el dintel. Estas piezas, por la cara que estará en contacto con la hoja de la puerta, forman una mocheta que, en la parte destinada a recibir las bisagras, muestra unos tacos de madera previamente empotrados. Las caras del cerco de hormigón que estarán en contacto con la obra poseen unos canales o estrías que facilitan la adherencia del mortero de fijación.





Pared de media asta.

MEDIDAS DE LUZ

En los vanos para puertas pueden considerarse distintas medidas de luz que consideramos interesante analizar.

Ante todo, podemos interesarnos por la luz del vano en bruto, o sea por las medidas de luz que deben dejarse en el muro al formar el vano.

Podemos hablar de la luz del paso, refiriéndonos a las medidas (anchura, más concretamente) que permitirán el tránsito a través del vano, una vez montado definitivamente.

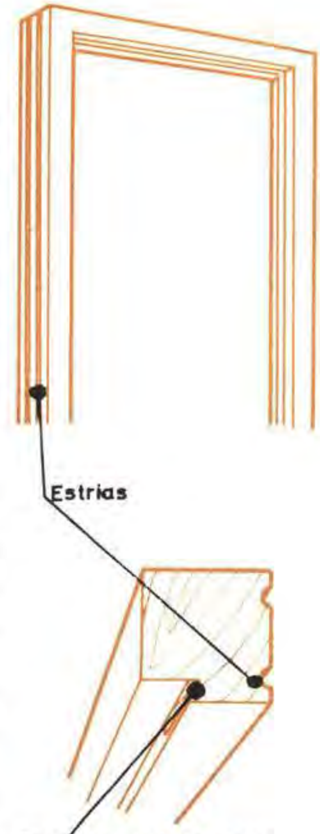
Como medida básica de una puerta, además de las luces citadas, consideramos las medidas de la hoja de la puerta.

La norma DIN 18.100 se ocupa de las aberturas directrices referidas a los vanos en bruto, sin revocar y contando la altura suponiendo el pavimento completamente terminado.

Pero sabemos muy bien que, en construcción, resulta difícil ajustarse a unas normas con vigor; y por ello afirmamos que para proyectar es suficiente ajustarse a unos criterios lógicos, que bien pueden ser los siguientes:

a) Para puertas cuya luz en anchura no sobrepase un metro, puede admitirse una sola hoja. A partir de un metro de luz es aconsejable una puerta de dos hojas, para evitar la pérdida del espacio que barre la puerta en su giro, realmente excesivo en puertas de más de un metro de luz.

b) En cuanto a dimensiones concretas, debe tenerse en cuenta el tránsito y utilidad específica de la puerta. Así, para viviendas, pueden recomendarse estas medidas:



Cerco de hormigón.

Tipo de puerta	Anchura	Altura
Puertas exteriores (entrada a la casa)	0'90 a 1'10 m	1'95 a 2'20 m
Puertas de habitación	0'70 a 0'90 m	1'90 a 2'10 m
Puertas accesorias	0'60 m	1'80 m

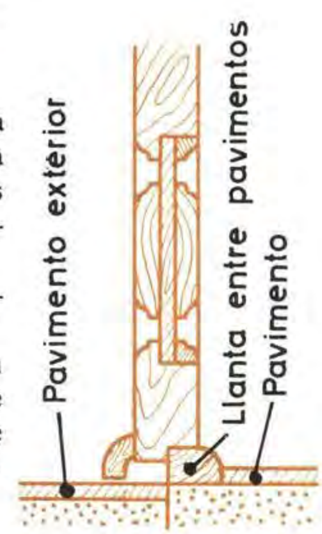
ALGUNOS TIPOS DE PUERTAS Y SUS CARACTERISTICAS

Puertas exteriores

Existen múltiples soluciones para cerrar los vanos de entrada a un edificio, tanto en lo que se refiere al material empleado como a la plástica de las formas. A título orientativo incluimos algunos ejemplos de puertas de entrada, entre los que encontrará algunos de los modelos que citaremos a continuación.

Por tanto, no nos extendemos en detalles constructivos exceptuando uno:

Así como en las puertas interiores, a pesar de procurarse un buen ajuste entre la puerta y su marco, siempre quedan rendijas por donde puede pasar el aire, en las puertas exteriores (balcones, puertas de jardín, entradas desde la calle, etc.), aun en el peor de los casos



cuando el pavimento interior de la casa y el exterior de la calle deben estar casi en un mismo plano, se procura un ajuste lo más perfecto posible. De ahí las llantas insertas entre los pavimentos y las piezas escurreaguas colocadas en el límite inferior de las hojas de la puerta, para evitar que la humedad y aguas pluviales progresen hacia el interior.

Puertas translúcidas

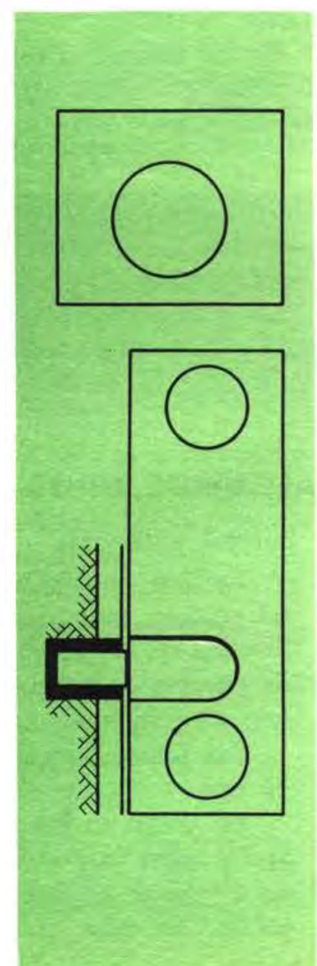
Producto directo de las actuales posibilidades del vidrio, como material auxiliar de la construcción, son las puertas transparentes o translúcidas (depende del tipo de cristal empleado), que han adquirido gran aceptación, tanto como puertas exteriores como interiores.

Se emplean, en especial, en edificios públicos y locales comerciales, sin excluir las viviendas de lujo.

Son grandes placas de vidrio especial, cuyo grosor oscila entre 10 y 18 mm. Tales puertas no tienen contactos importantes, ya que muy corrientemente carecen de marco y se articulan sobre otras piezas de vidrio adyacentes.

Las puertas de vidrio cierran muchas veces gracias a procedimientos electromecánicos, aunque siempre llevan una cerradura en la parte inferior.



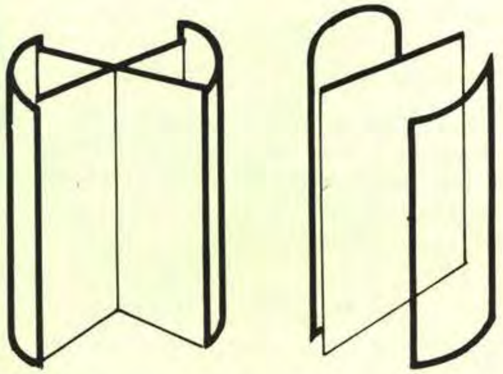


Instalación de una puerta translúcida.

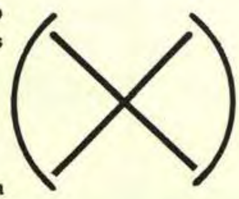
Puertas para grandes vanos

He ahí una serie de puertas que solucionan de forma distinta el problema de comunicar dos espacios por medio de un gran vano que interesa abrir y cerrar a voluntad.

Así, el caso típico de dos estancias comunicadas a través de un gran vano ha dado lugar a la creación de puertas giratorias, correderas, de una o múltiples hojas articuladas, plegables, de acordeón, etc. Todas ellas son ingenios que permiten establecer una separación temporal entre dos espacios distintos.



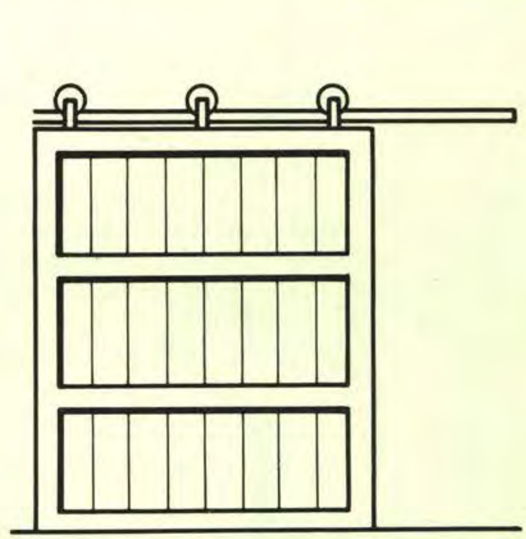
Posibilidad de plegado para dejar dos amplios pasos laterales.



Representación en planta



Sistema normal de suspensión para puerta corredera.



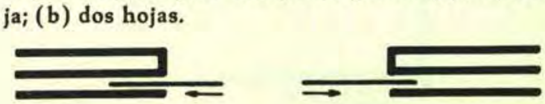
Puerta corredera con carril visible para cerrar entradas de almacenes, cuadras, etc.

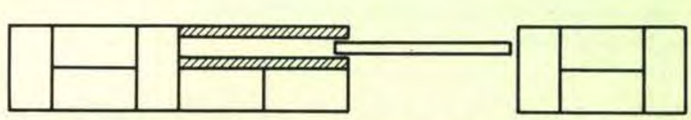


Guía inferior empotrada en el pavimento.

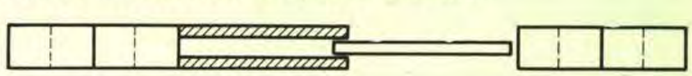


Representación para dibujos en planta: (a) una hoja; (b) dos hojas.





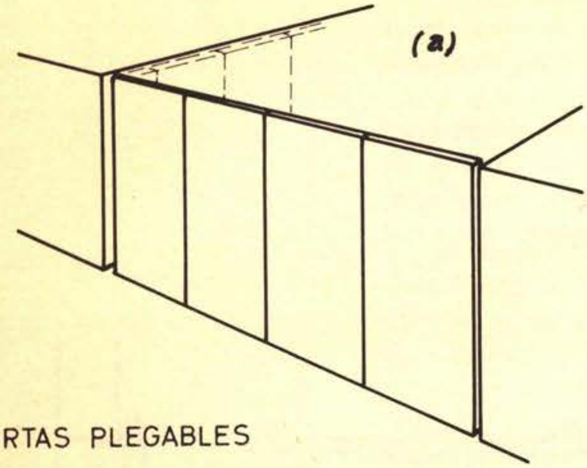
Puerta corredera oculta en pared de un asta.

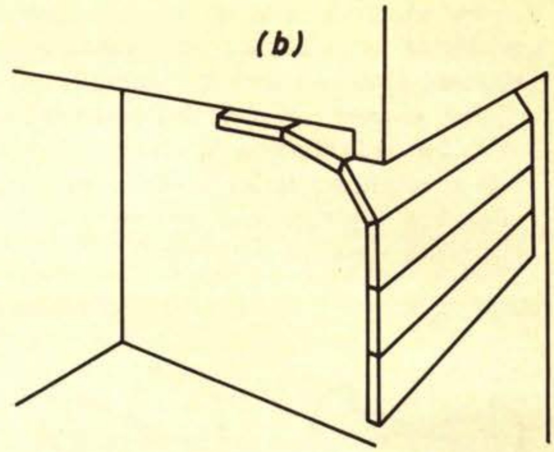


Puerta corredera oculta en pared de media asta.

Sólo en casos extremos se usarán puertas correderas visibles.

PUERTAS CORREDERAS PLEGABLES

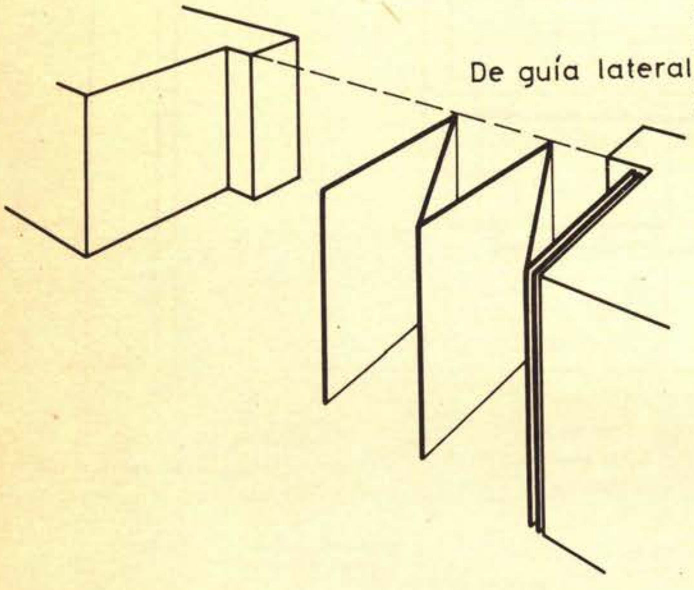




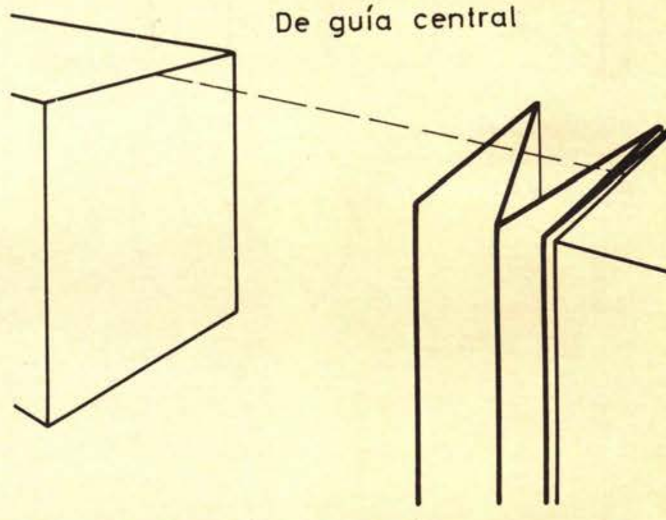
Las puertas correderas plegables pueden articularse sobre guías o carriles para suspensión, o bien sobre guías alojadas en el techo. (a) Puerta corredera de esquina. (b) Puerta corredera articulada, alojada en el techo.

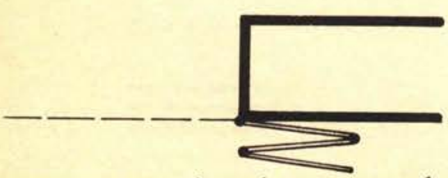
PUERTAS PLEGABLES

De guía lateral



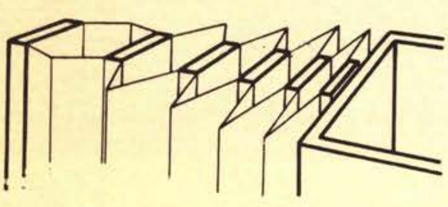
De guía central



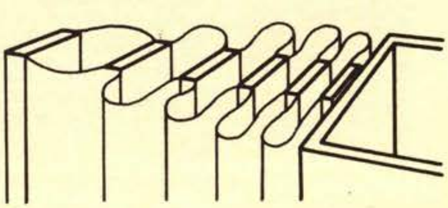


Representación en planta de una puerta plegable de guía lateral, rebatida sobre el paramento del vano.

Representación en planta de una puerta plegable de guía central, rebatible sobre el dintel del vano.



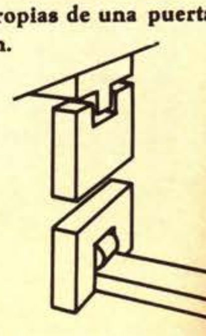
Puerta de acordeón de tableros de madera.



Puerta de acordeón de material flexible (piel, plástico, tejido, etcétera).



Guías propias de una puerta acordeón.



Prácticas de dibujo en construcción 6

PROYECTO Y PLANOS DE UNA PUERTA INTERIOR

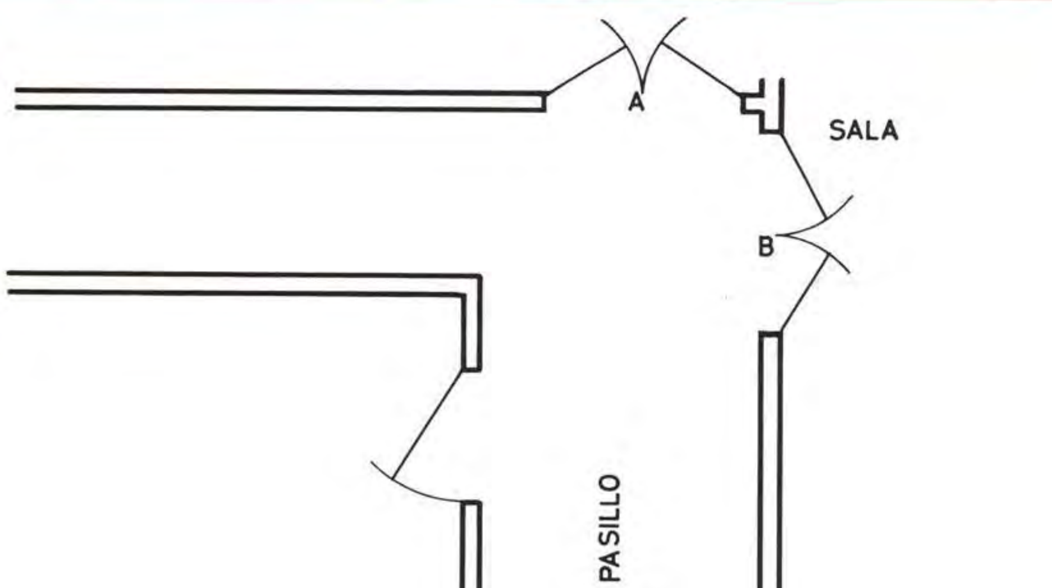
PUNTOS DE PARTIDA

Puesto que hemos hablado de los vanos en la construcción, bueno será que dediquemos estas prácticas de dibujo a proyectar la junta que debe cerrar un vano interior. Esta práctica, pues, deberá titularse PROYECTO DE UNA PUERTA.

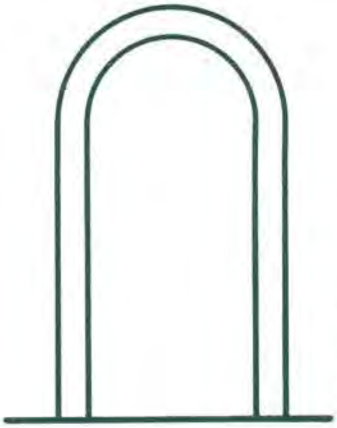
Existen, como sabemos, muchos tipos de puertas, cuya aplicación depende, entre otras cosas, de las dimensiones del vano a cerrar y del carácter que se desee proporcionar a las habitaciones que se comunicarán a través de ella.

La puerta debe ajustarse al ambiente interior; ambiente o carácter que depende del estilo de la decoración.

Vamos a suponernos ante el caso de tener que proyectar la puerta de comunicación entre un pasillo interior y una sala de estar con ventanas al exterior.



Planta que muestra la situación de los vanos cuyas puertas debemos diseñar. Tomaremos por módulo el vano B.



Consultando los planos sabremos las medidas de luz del vano una vez colocados los cercos de madera.

De los planos del piso deducimos que se trata de una vivienda de lujo.

La forma y dimensiones de los vanos son un primer indicio de ello.

Inmediatamente, y ante la naturaleza del encargo, surgen unas preguntas clave:

¿Cuáles son las dimensiones del vano?

De la respuesta dependerá la elección del tipo de puerta.

¿Qué categoría tiene la vivienda en cuestión?

De este interrogante depende la elección de los materiales.

¿Qué estilo se pretende dar al interior?

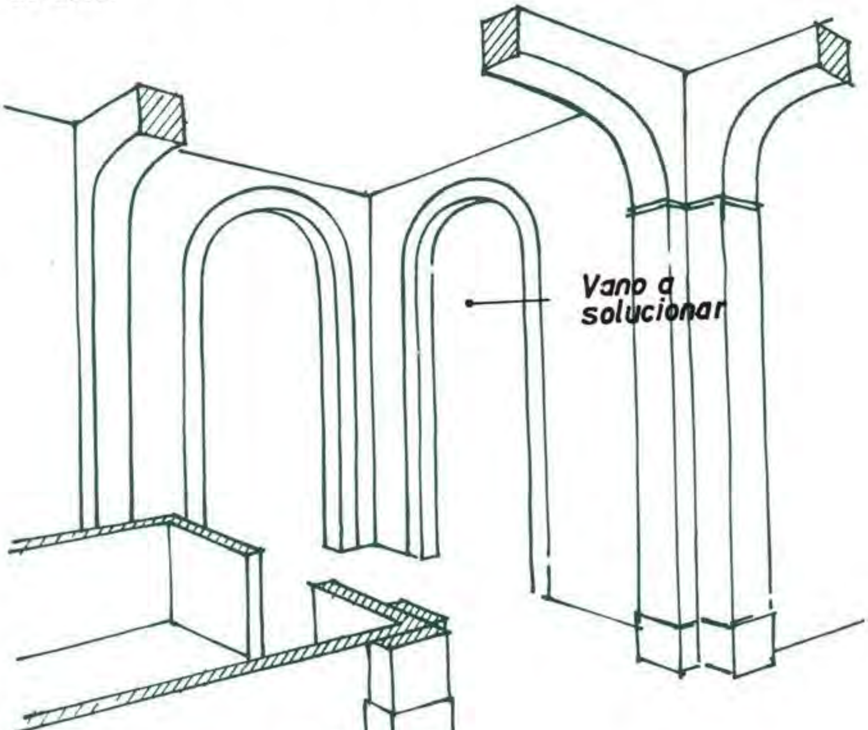
La respuesta nos orientará en cuanto a la plástica de la forma, y en consecuencia nos forzará a un sistema constructivo y en cierto modo a la elección de los materiales.

Para desarrollar nuestro ejercicio, es forzoso contar con unas respuestas.

PRIMERA. — Por la consulta de los planos del edificio, sabemos que las medidas de los vanos que llevarán la puerta que proyectemos son de ... x ... metros de luz, una vez colocados los cercos.

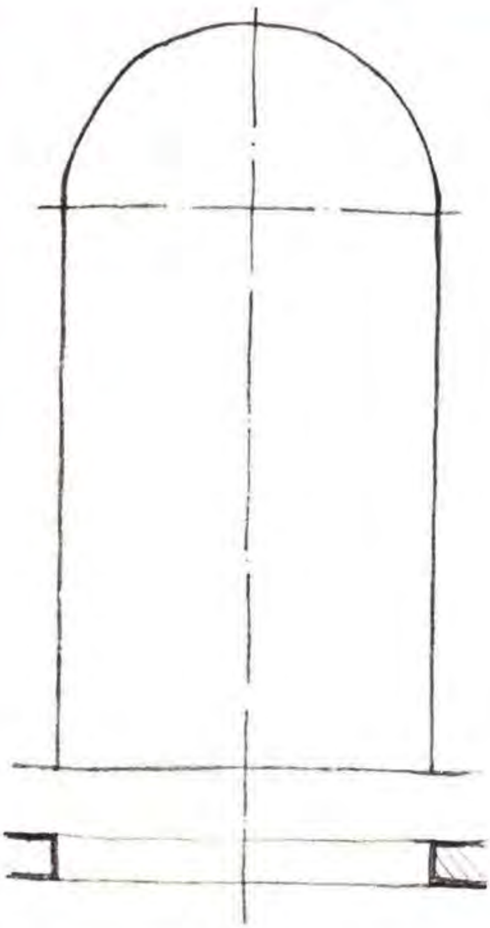
SEGUNDA. — Se trata de una vivienda de lujo.

TERCERA. — Se pretende dar al interior un carácter clásico que tenga cierto *empaque*, pero que no llegue a hacerlo tristón o pesado. Esta circunstancia era previsible al ver que los vanos no son de dintel, sino de arco.



EL DIBUJO

Indiscutiblemente deberemos partir de las medidas de luz, para lo que trazaremos en un papel de croquis la planta y alzado del vano en cuestión, que plantearemos a escala 1 : 10 ó 1 : 5. El cerco de carpintería nos dirá, por la situación de la muesca de encaje con la puerta, si se trata de una puerta derecha o de una puerta izquierda.



A lápiz, y sobre papel de croquis, trazaremos la planta y alzado del vano en cuestión.

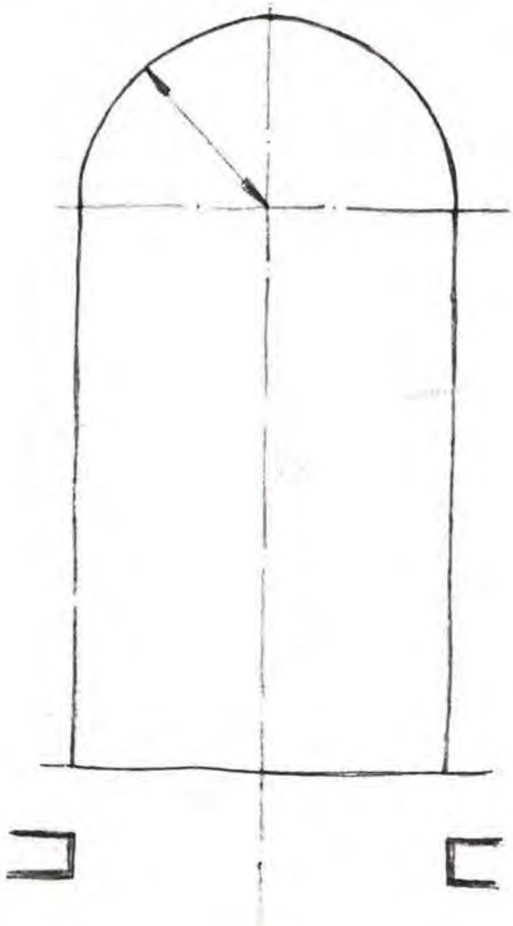


Figura A. — Dada la anchura de luz, necesitamos una puerta de dos hojas. Por ello trazamos la vertical que parte por la mitad el plano del vano.

En nuestro caso, empero, tenemos una anchura de luz de ...... metros, para lo cual se prescribe una puerta de dos hojas. Por tanto, lo mismo en el alzado que en planta, señalaremos la mitad vertical del vano. Ahora ya sabemos que esta vertical corresponde al plano de unión de las dos hojas de la puerta.

Hay un detalle que, como buenos observadores, no se nos puede escapar. Es el hecho de que esta puerta, de considerable amplitud, comunique una estancia con luz directa y un pasillo interior sin iluminación natural. Esta circunstancia nos obliga a pensar en la ventaja que representa contar con unas puertas vidrieras que cierren el vano pero que permitan el paso de la luz a través de unos cristales transparentes o translúcidos, según convenga.

He ahí que acabamos de concretar algo importante: dibujaremos una puerta vidriera.

De acuerdo; pero, ¿qué tipo de vidriera vamos a dibujar?



¿Dos únicos cristales?

Aquí podemos acogernos a la segunda respuesta a nuestras preguntas. Si debemos conseguir cierta prestancia, cierto lujo, será necesario trabajar las superficies de las hojas para darles valor decorativo.

Se impone un trabajo de tanteo. A lápiz y a mano alzada, es cuestión de buscar là solución que más nos acomode.

¿Un solo cristal que cubra la totalidad de una hoja?

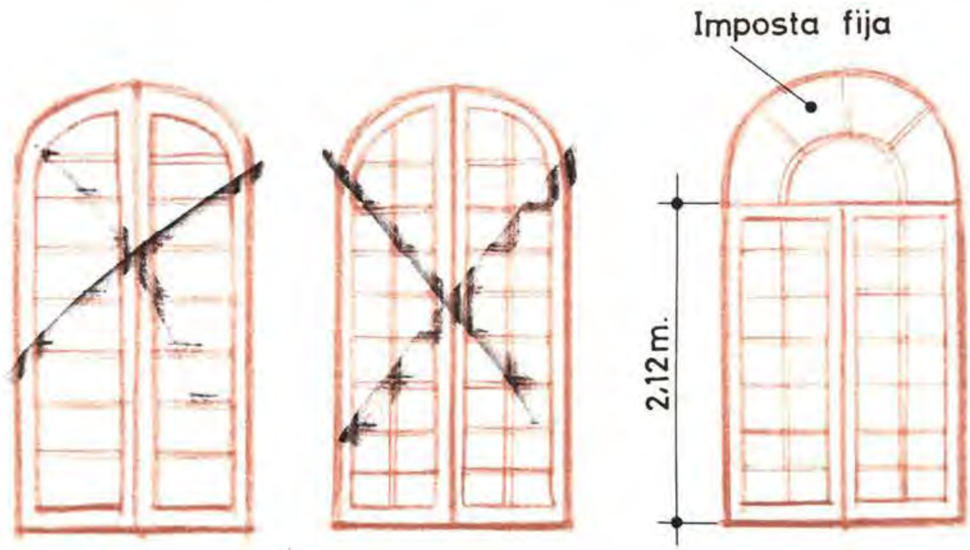
Dada la superficie a cubrir, podemos desechar de salida esta solución, por el peligro que acarrea un cristal de tales dimensiones en un lugar de mucho tránsito.

¿Acaso un solo cristal, pero de buena calidad y muy grueso, que además puede decorarse mediante algún grabado sobre vidrio?

Esta solución representa elevar bastante el precio de la puerta; y no es prudente acogerse a ella a no ser por exprofeso deseo del cliente.



¿Dos cristales decorados?



En busca de una solución más clásica, nos decidimos por una vidriera embarrada.

Probemos una solución más clásica: un embarrado que sujete pequeños plafones de cristal. Viene a ser algo así como una puerta con plafones, pero no de madera, sino de vidrio. Cualquiera de los modelos que hemos visto es bueno. Sin embargo, por tratarse de una puerta de gran superficie, nos inclinamos por una doble columna de cristales.

Esta es, sin duda, una buena solución, que por ajustarse a un concepto clásico de las formas no compromete a nadie y tiene un alto porcentaje de probabilidades de ser aceptada.

Después de estas reflexiones, y volviendo a nuestro planteo (alzado y planta del vano con su cerco), nos daremos cuenta de que los 2'12 m que van desde el piso al nivel del diámetro horizontal del arco son más que suficientes para permitir el tránsito. Por tanto no habrá ninguna necesidad de construir unas hojas de puerta que cubran también el arco.

Simplificaremos mucho más la construcción si dejamos una imposta fija que cubra el semicírculo superior del vano.

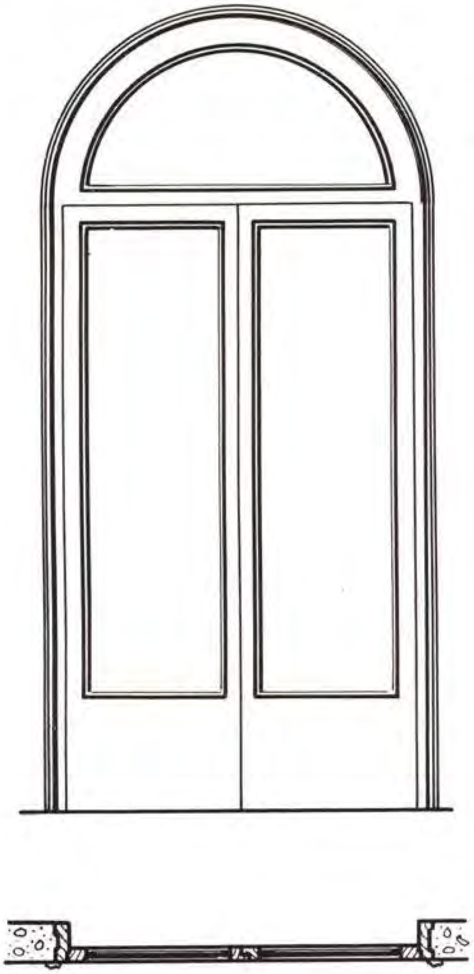


Figura B. — Trabajando sobre lo que tenemos dibujado (figura A), determinaremos las dimensiones del marco de las puertas y de la imposta.

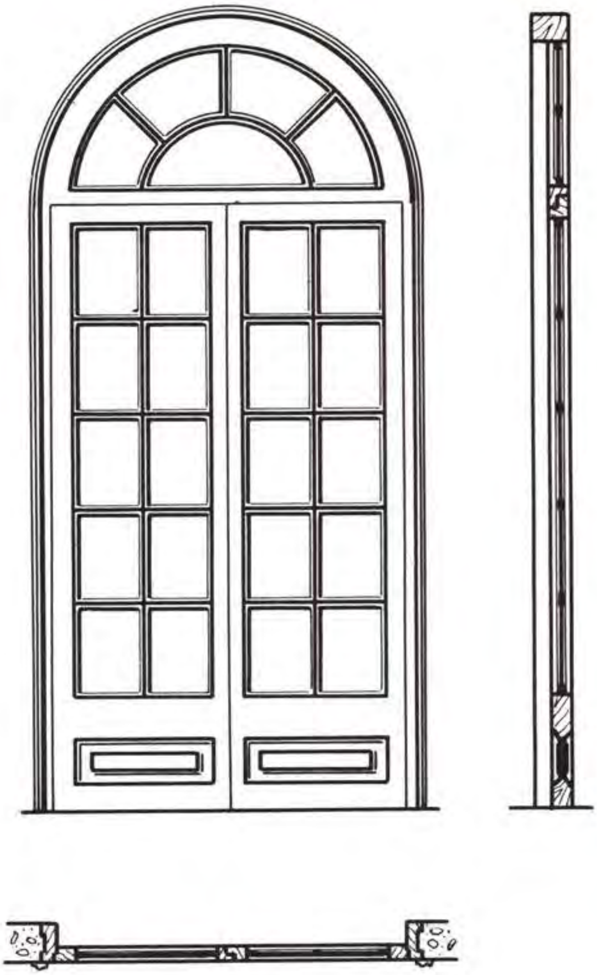


Figura C. — Acto seguido situamos los barrotes que formarán los marcos de todos y cada uno de los cristales de la vivienda.

Siguiendo este criterio, podemos determinar las dimensiones de largueros y travesaños sobre el croquis de la figura A. Al plantear estas anchuras nos percatamos de que el travesaño inferior debe convertirse en un zócalo de considerable altura (unos 0'4 m), tanto por razones de estética como por razones prácticas.

Otra cosa: debemos colocar un tapajuntas que oculte la arista que señala la unión del cerco con la pared. Este tapajuntas puede conver-

tirse muy fácilmente en un elemento decorativo. Basta moldurarlo y establecer para él una anchura que recuadre la puerta (destacándola de la pared) y no llegue a ser demasiado dominante.

Como resultado de esta etapa, tendremos nuestro proyecto de puerta según demuestra la figura B.

Avancemos un poco más y tratemos de situar el embarrado que formará los marcos para los cristales. Situemos el barrote central de cada vano y procedamos a repartir el espacio por medio de horizontales que den unos rectángulos de proporciones similares a la totalidad de la superficie encristalada. Cuatro horizontales solucionan el problema y dejan cinco recuadros por columna. Serán diez cristales por cada una de las hojas.

Si añadimos al dibujo una sección vertical (quebrada en nuestro caso) tendremos una visión mucho más clara de las piezas que van a intervenir en esta puerta. (Fig. C.)

LOS PLANOS DE DETALLE

Hasta aquí todo se ha hecho en plan de estudiar la apariencia que adquiría la puerta, considerada en conjunto y a medida que vamos añadiendo elementos.

Pero este plano a escala 1 : 20, aun en el supuesto de que en él figurasen todos los detalles, sería totalmente inoperante en cuanto a la construcción se refiere. Como máximo, el plano a escala 1 : 20 servirá para dar una visión cabal de las proporciones y de la personalidad de la puerta; pero en modo alguno podemos pretender que un carpintero pueda interpretar con fidelidad nuestros deseos.

El carpintero necesita planos de detalle dibujados a una escala de muy poca reducción, o mejor aún dibujados a tamaño natural.

Mas que detalles constructivos, el carpintero (que es de suponer conoce su oficio) quiere detalles ornamentales, como por ejemplo las molduras. De estos dibujos de detalle, obtendrá las plantillas que le permitan adaptar las máquinas herramientas para obtener en la madera molduras cuyo perfil sea exactamente el que hemos trazado sobre el papel.

Al trazar las molduras es conveniente exagerar un poco su perfil, profundizando los rincones. Esta recomendación es útil, por cuanto la máquina de moldurar *mata* un poco las aristas y rincones.

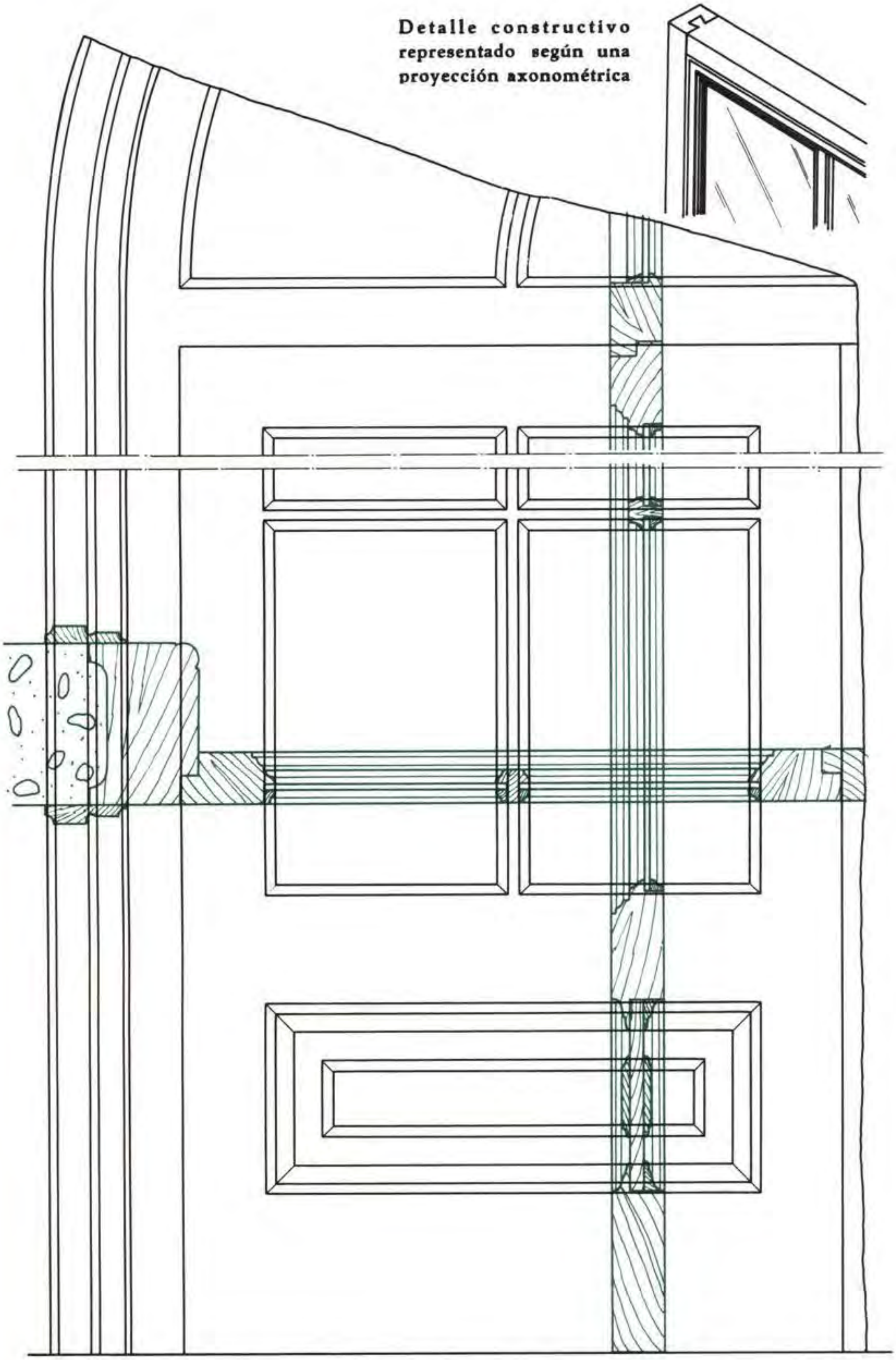
Estos planos de detalle para el constructor — que a ser posible se dibujan a tamaño natural — casi nunca pueden ser planos totales, dada la enorme extensión de papel que ocuparían.

Lo que se hace es escoger las partes del modelo que ofrecen un mayor interés constructivo u ornamental y señalar uno o varios cortes en los tramos continuos.

En nuestra puerta, por ejemplo, interesará representar una sección horizontal y otra vertical para tener a escala 1 : 1 todos los perfiles de las piezas de madera y la relación que existe entre ellas.

Si algunas partes del proyecto merecen ser *explicadas* con mayor claridad aún, puede añadirse una representación axonométrica del mismo.

Detalle constructivo representado según una proyección axonométrica

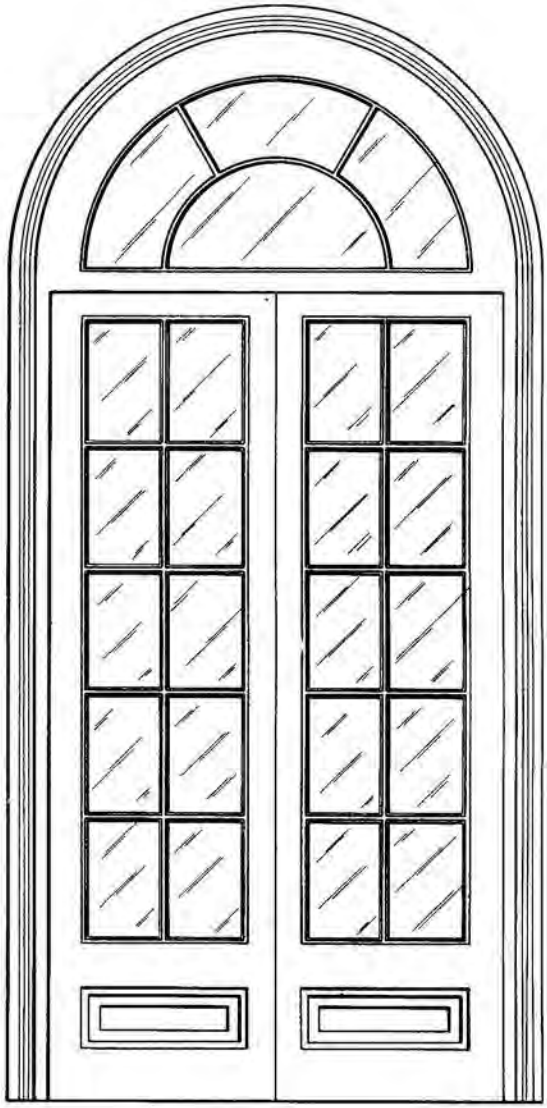


Vea el plano de detalle de la puerta que proyectamos. Originariamente se ha dibujado a escala 1 : 1. Para hacer posible su inclusión en estas páginas se ha reducido del modo conveniente.

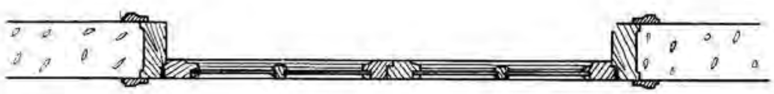
Por tratarse de un dibujo a tamaño natural, y habida cuenta de que en las obras de carpintería no puede exigirse una precisión milimétrica, no hay ninguna necesidad de acotarlo.

Lo que suele hacerse es acompañar los planos de detalle de una representación total dibujada a una escala de poca reducción (1 : 5, por ejemplo), en la que, si se considera conveniente se colocarán las cotas más representativas del modelo.

Los planos de oficio se dibujan directamente a lápiz sobre papel de rollo, que por lo general no es más que un papel de embalaje de buena calidad.

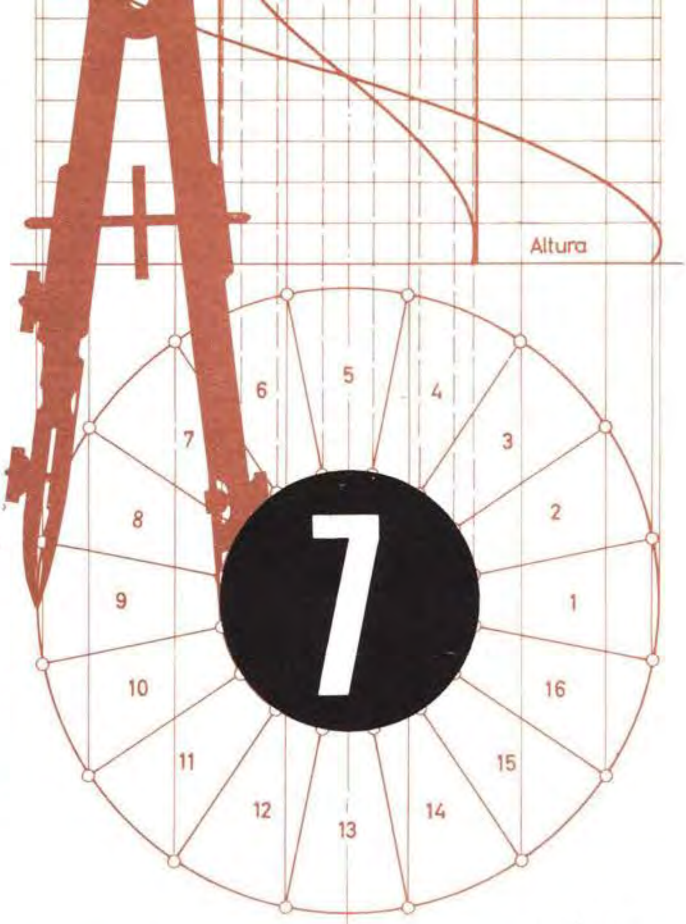


Alzado frontal de la puerta, una vez terminado.



DC 22
DG 39

Proyectar es fácil





AFHA

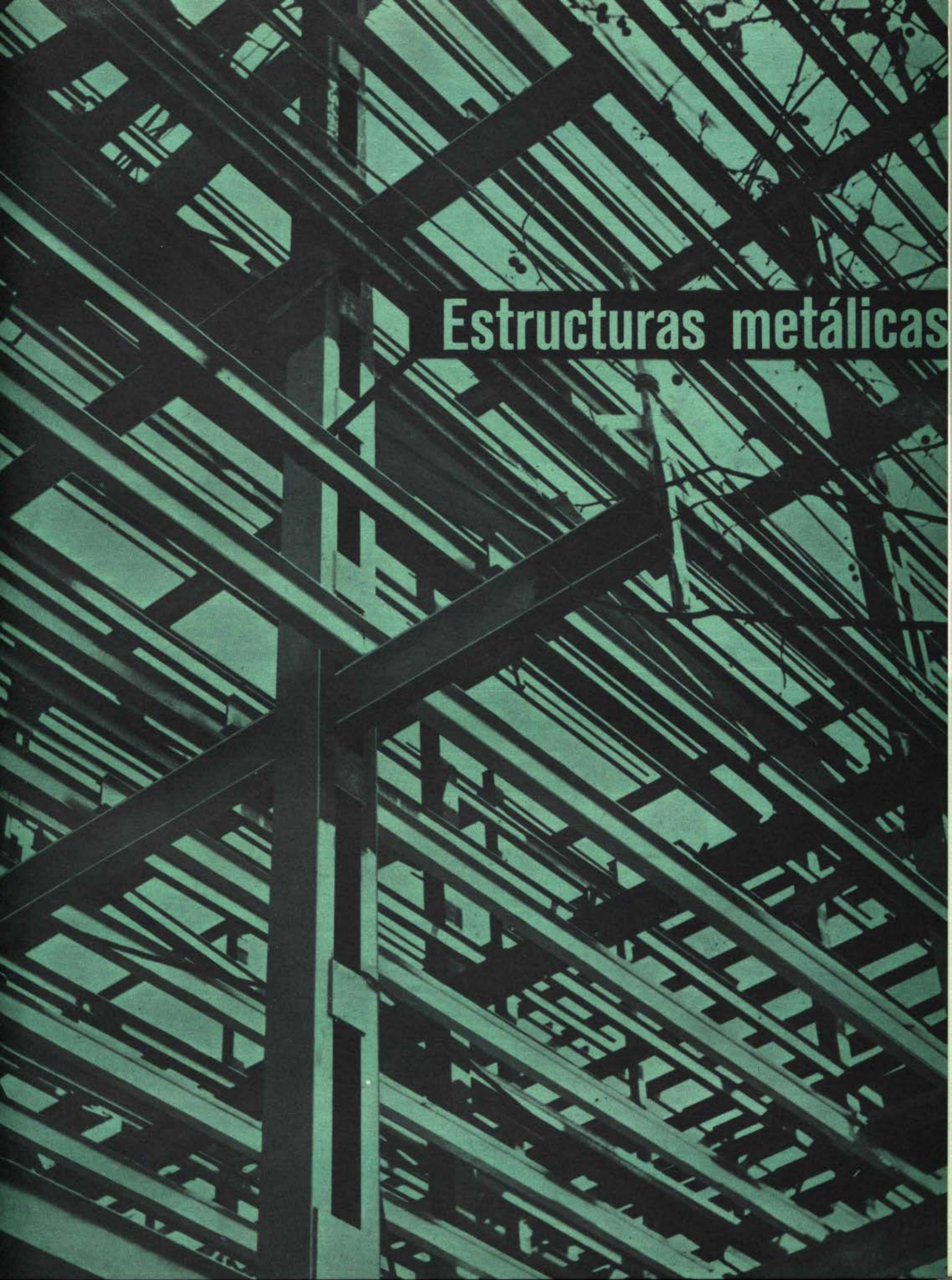
CONSTRUCCION

Lección 6
TECNOLOGIA
Forjado de pisos:
Suelos. Características y tipos
Bovedillas

Lección 8
PRACTICAS DE DIBUJO
Forjado de un suelo de madera

Lección 7
PROYECTOS
Proyectos de interiores en proyección ortogonal

Estructuras metálicas



RECONOCIMIENTO

Parte de la información gráfica de esta lección nos ha sido gentilmente autorizada por la Editorial Gustavo Gili, editores de las obras de Shmitt y Neufert.

Tecnología y cálculos de la construcción 5

LOS ENTRAMADOS METALICOS
SOMERO ESTUDIO TECNOLOGICO DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS
EL MATERIAL - DETALLES CONSTRUCTIVOS

UN POCO DE HISTORIA

El desarrollo y aplicación de los entramados metálicos ha sido paralelo al perfecccionamiento de la industria siderúrgica y al de las técnicas de laminación.

Hacia el año 1750 empieza a laminarse el hierro en Inglaterra para utilizarlo en construcciones mecánicas y pocos años después empieza a emplearse para mejorar los caminos principales: se dispone una especie de perfil laminado, de sección en forma de U, en las roderas por donde debían pasar los carruajes. Dichos perfiles se colocaban uno a continuación de otro y boca arriba, para asegurar el paso de los carruajes, ya que (crónicas de la época se quejan de ello) los caminos de tierra se hacían intransitables por causa de la lluvia.

Aquel material era parecido al acero utilizado en la actualidad; pero los procedimientos primitivos de fabricación no permitían obtener carriles superiores en longitud a 1 m.

Hacia 1820 se obtienen en Inglaterra barras de 4'5 m gracias a los nuevos procedimientos y técnicas de laminación, y gracias también al desarrollo de la siderometalurgia.

Durante la segunda mitad del siglo se propagan los procedimientos Bessemer y Thomas, para la fabricación de acero, entre las naciones más desarrolladas de Europa y América.

Con esto se entra de lleno en la edad del acero, con el consiguiente abaratamiento del producto, que permitió utilizarlo en los más diversos menesteres (navegación, construcciones metálicas, etc.).

Con la obtención del acero a precios asequibles se difunde enormemente su utilización como material de construcción. A finales del siglo pasado se utiliza en grandes obras, como en la torre Eiffel, de París; y también er la construcción de viviendas, en el forjado de pisos y en la construcción de armaduras para tejados.

En la actualidad el acero sigue siendo el elemento de primerísima importancia en construcción, dado el desarrollo que han alcanzado las estructuras metálicas.



La torre Eiffel. A pesar de sus años sigue ostentando la primacía entre las obras metálicas más características.

IDEAS GENERALES
CARACTERISTICAS, VENTAJAS E INCONVENIENTES

La construcción a base de entramado metálico es uno de los sistemas que emplean elementos prefabricados o de montaje. Las piezas que han de formar la estructura se preparan en el taller. Su elaboración es independiente del lugar de la obra, donde al mismo tiempo pueden ir ejecutándose los trabajos de movimiento de tierras y preparando las cimentaciones. El montaje del esqueleto metálico de la obra se efectúa con rapidez, con lo que se logra una notable reducción del período de construcción. Tan pronto como queda montado el entramado puede colocarse la cubierta y efectuar a cubierto el resto de los trabajos de la obra. La construcción de entramados metálicos permite en todo momento efectuar ulteriores refuerzos de los elementos portantes, cuando así lo requieren las modificaciones y aditamentos que puedan presentarse, como por ejemplo reforzar los pies derechos cuando debe instalarse un puente grúa o reforzar las jácenas cuando hay que suspender de ellas guías, carriles o conducciones. Cuando se producen asientos en las cimentaciones, el entramado metálico permite levantar y reponer en su sitio partes completas del edificio (obras en territorios mineros susceptibles de sufrir descensos del terreno). Incluso resulta posible desmontar una obra para trasladarla y volver a montarla en otro sitio. Por esta razón es apropiado el empleo del entramado de hierro en las construcciones industriales.



Las piezas metálicas que deben formar la estructura del edificio se preparan y almacenan en el taller.

El primer inconveniente de los entramados metálicos es el peligro de corrosión y pérdida de resistencia en caso de incendio. Ambos peligros pueden conjurarse aplicando a las piezas de la estructura metálica un revestimiento de protección resistente al fuego. Si no se requiere protección contra el fuego, se recurre a contrarrestar el peligro de corrosión por medio de capas de pintura, que es el medio de conservación empleado corrientemente. En las fábricas y en edificios destinados a la producción industrial, muchas veces resulta imposible aplicar revestimientos de protección contra el fuego.

VENTAJAS

a) ECONÓMICAS

— Recuperación del material en caso de derribo.
— Gastos de colocación y montaje relativamente reducidos.

b) TÉCNICAS

— Facilidad y rapidez de colocación.
— Peso propio relativamente reducido.
— Andamiajes sencillos o inexistentes para la construcción.
— Se presta con facilidad a reformas y refuerzos.
— Obtención de grandes luces.
— Demolición sencilla.
— Facilidad de verificación de la obra durante la construcción.

DESVENTAJAS

a) ECONÓMICAS

— Necesidad de gastos de conservación periódicos.
— Precio elevado del hierro.

b) TÉCNICAS

— Peligrosidad en caso de incendio por pérdida de resistencia del hierro a cierta temperatura. A 700° de temperatura el acero posee aproximadamente la cuarta parte de la resistencia que tiene a temperatura ambiente.
— Sonoridad a través de la estructura.

En muchos casos será conveniente estudiar a fondo todas las ventajas y desventajas, antes de decidir el tipo de construcción.

EL MATERIAL EMPLEADO

El material que comúnmente se usa en construcciones metálicas es el acero al carbono, con bajo contenido de este último compuesto, obtenido por el afino de la fundición de hierro en las acererías, principalmente por los procedimientos Bessemer o Siemens Martin.

La fundición de hierro se obtiene en altos hornos a partir de óxidos de este metal, que se encuentran en yacimientos o minas bajo cuatro variedades principales: oligisto, limonita, pirita y siderita.

El acero empleado en la construcción de perfiles laminados es un hierro forjable de baja aleación de carbono (entre 0'05 y 0'15 por 100).

Cada país tiene para la nomenclatura de los aceros sus correspondientes normas. Ahora bien, en Europa se extienden cada día más las normas alemanas DIN, que adoptan algunos países con denominación propia (UNE, España; UNI, Italia, etc.).

La denominación de los aceros al carbono en las normas DIN se efectúa por medio de tres grupos de símbolos:

Grupos de símbolos para la denominación de aceros según normas DIN

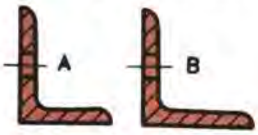
1er grupo: dos letras.	St (de *Stahl* = acero, en alemán).
2º grupo: dos cifras.	Representan la resistencia mínima a la tracción.
3er grupo: dos cifras.	Decenas: tipo general de acero. Unidades: Aplicación específica dentro de un grupo general de 10 tipos según la aplicación señalada por la cifra de decenas.



Perfil I de ala normal



Perfil I de ala ancha



A) Perfil L de alas desiguales
B) Perfil L de alas iguales



Perfil normal T

En la construcción se utilizan principalmente los tipos de aceros St 37.12 y St 52.

El St 37.12 es un acero con una resistencia mínima a la tracción de 37 Kg/mm².

El 1 del segundo grupo de cifras indica que el acero se utiliza para construcciones; y el 2, que se trata de un acero para perfiles y barras laminadas.

La denominación del acero St. 52 no tiene segundo grupo de cifras, porque por ser un acero de alta resistencia puede tener una aplicación más general, lo que no quiere decir extensa. Su aplicación se extenderá a pequeñas piezas u órganos de compromiso (rótulas, juntas de dilatación, etc.), puesto que, si hubiera de utilizarlo en la construcción de elementos resistentes y aprovechar al máximo su resistencia, el proyectista se vería obligado a debilitar las secciones resistentes, con un aumento de flecha respecto a la que tendría con un acero corriente, incurriendo en incumplimiento de las reglamentaciones oficiales, que no admiten que una construcción se deforme más allá de unos límites determinados.

TIPOS DE PERFILES MAS CORRIENTES - APLICACIONES

El acero para la construcción se lamina con un considerable número de perfiles, que se ajustan a distintas aplicaciones.

Los tipos más corrientes en el mercado no llegan a la media docena.

Estos perfiles se designan vulgarmente por una letra, con la que se asemeja la sección transversal del perfil. Así, un perfil T hará referencia a un hierro cuya sección tiene forma parecida a la de una T.

Además del perfil mencionado son corrientes los perfiles L, I y U; como secciones menos utilizadas debemos citar el perfil Z y el perfil Zoré, cuya sección transversal recuerda la de la letra griega *omega*. Añadamos el perfil Grey, semejante al I de ala ancha, del cual se diferencia por tener paralelas sus alas.

En las designaciones de planos cada perfil se indica por medio de tres factores: por la letra que indica el tipo de perfil; por el número que expresa, en centímetros o milímetros, la mayor dimensión de la sección del perfil en cuestión; y por la longitud a cortar expresada en m. Esta medida se pone, a veces, al principio de la designación.



La notación L 70×70-4 significa que el perfil representado en la sección es un perfil normal en L de alas iguales (70 × 70) con una longitud de 4 m.

Dentro de cada forma general antes mencionadas hay que advertir que:

— El perfil I se construye con ala normal y con ala ancha.
— El perfil L, con lados iguales y lados desiguales.
— El perfil T, con ala ancha y con alma y alas iguales.

Además de los tipos mencionados se fabrican muchos otros tipos, tales como los hierros cuadrados, planos, redondos, etc., empleados principalmente como elementos de enlace. También cabe mencionar la chapa plana y la ondulada.

El perfil I se utiliza principalmente como viga y en pilares.

El perfil L, como barra secundaria y en entramados de celosía.

El perfil U, en pilares y elementos principales.

El perfil T, en elementos secundarios y de enlace.

Los hierros planos, redondos y cuadrados, se emplean como elementos complementarios, de refuerzo y de enlace.

Las secciones tubulares no tienen gran aplicación en la construcción. Cuando aparecen acostumbran ser pilares de hierro fundido para naves industriales y almacenes de reducidas dimensiones. Este material está siendo poco a poco desplazado por el acero, aunque no de sección tubular, sino en pilares de formas compuestas.

Los hierros planos y anchos se utilizan como refuerzos en vigas y pilares, así como para la unión de perfiles laminados para formar columnas compuestas.

La chapa gruesa de 5 a 10 mm (y de más espesor) se utiliza como refuerzo y arriostramiento en vigas y pilares compuestos en forma de platabandas, cartabones, refuerzos, cónsolas, placas de apoyo, etc.



Los perfiles I se emplean principalmente para pilares y vigas



Los perfiles en L se emplean como barras secundarias y en entramados de celosía

NOTA

Remitimos al lector a la lección 14 de este Tratado donde encontrará un estudio descriptivo de los perfiles normales.

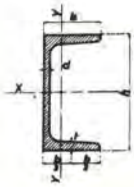
LONGITUDES NORMALES DE SUMINISTRO

Los fabricantes de productos laminados suministran las barras en longitudes que oscilan entre los 10 y 14 m; y aun mayores para perfiles de gran sección.

No obstante, los detallistas del ramo cortan el material a la medida

más conveniente para el comprador, lo que aumenta ligeramente el precio sobre el kilogramo de tal material en barra entera.

TORRAS - HERRERÍA Y CONSTRUCCIONES, S. A.



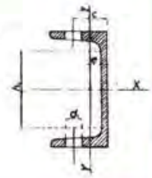
HIERROS EN ⊔ LAMINADOS

Existencia permanente hasta 15 mts. largo

TORRAS - HERRERÍA Y CONSTRUCCIONES, S. A.

PERFIL NORMAL ALEMÁN

I - Momento de inercia
W - Módulo resistente
i - Radio de giro



DIMENSIONES					SECCION	PESO por m	Distancia al c. d g.	AGUJEROS		CONSTANTES RESPECTO LOS EJES X X			Y-Y		
h mm.	b mm.	d mm.	t mm.	h₁ mm.	Ω cm.²	P Kgs.	e cm.	Gramil c mm.	Ø max d₁ mm.	Ix cm.	Wx cm.⁴	ix cm.	Iy cm.⁴	Wy cm.³	iy cm.
50	25	6,0	6,0	20	5,1	**4,00**	0,80	16	9	20,0	**8,0**	1,98	3,00	1,76	0,76
60	30	6,0	6,0	34	6,4	**5,02**	0,89	18	9	32,6	**10,8**	2,26	5,62	1,10	0,93
80	45	6,0	8,0	45	11,0	**8,64**	1,45	25	14	106	**26,5**	3,10	19,4	6,36	1,33
100	50	6,0	8,5	65	13,5	**10,60**	1,56	30	14	206	**41,2**	3,91	29,3	8,49	1,47
120	55	7,0	9,0	80	17,0	**13,35**	1,60	30	17	364	**60,7**	4,62	43,2	11,1	1,59
140	60	7,0	10,0	100	20,4	**16,01**	1,75	35	17	605	**86,4**	5,45	62,7	14,8	1,75
160	65	7,5	10,5	110	24,0	**18,84**	1,84	35	20	925	**116**	6,21	85,3	18,3	1,89
180	70	8,0	11,0	130	28,0	**21,91**	1,92	40	20	1354	**150**	6,95	114	22,4	2,02
200	75	8,5	11,5	150	32,2	**25,28**	2,01	40	20	1911	**191**	7,70	148	27,0	2,14
220	80	9,0	12,5	160	37,4	**29,36**	2,14	45	23	2690	**245**	8,48	197	33,6	2,26
250	80	10,0	12,5	185	42,5	**34,00**	2,14	45	23	3772	**302**	9,42	238	40,6	2,36
300	100	10,0	16,0	230	58,8	**46,16**	2,70	55	26	8026	**535**	11,89	495	67,8	2,90

Los fabricantes facilitan catálogos con las características técnicas de sus productos. A título de ejemplo, reproducimos dos páginas de uno de estos catálogos.

ELEMENTOS DE UNION

Los enlaces o uniones sirven para mantener unidas las diversas partes de una obra. A través de ellas se transmiten de uno a otro elemento.

Existe distinción entre enlaces separables e inseparables. Pertenecen a estos últimos el remachado y la soldadura; a los primeros los enlaces con pernos, ejes o pasadores de articulación, cuñas y tensores. En tanto que los enlaces separables se construyen preferentemente en los talleres, los de tipo inseparable se utilizan para juntar las diversas piezas en la misma obra.

REMACHES

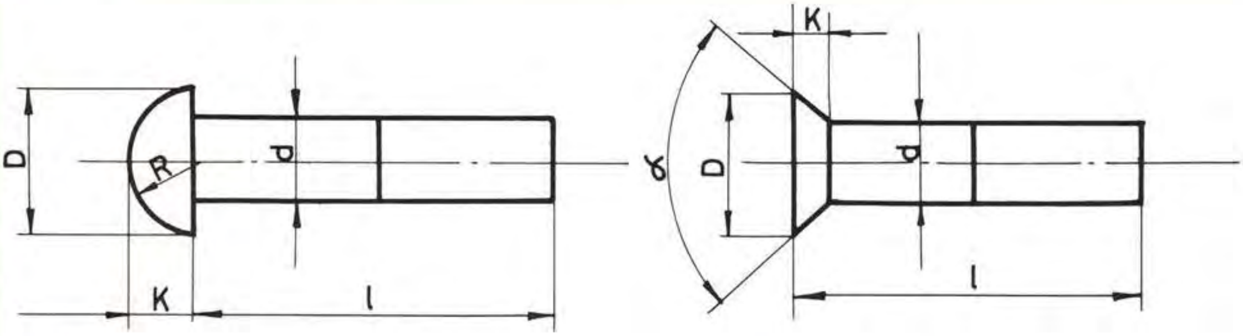
Se habla de un remachado *de fuerza* cuando el enlace correspondiente o costura remachada debe servir para la transmisión de esfuerzos.

Cuando únicamente sirven para mantener unidas las partes que se enlazan se habla de un remachado *de fijación*.

La ventaja de las uniones remachadas estriba en que los roblones —por lo que se refiere a las resistencias, elasticidad y alargamiento— se comportan casi lo mismo que el material de las piezas de la unión. Estas

uniones permiten en todo momento que sea comprobado su grado de seguridad.

Los roblones se fabrican por presión mecánica, partiendo de barras redondas calentadas al rojo. El acero para roblones es de alta tenacidad, y por consiguiente permite un notable alargamiento antes de romperse. Su resistencia a la rotura, empero, debe ser algo inferior a la del acero de construcción. Como el remachado sólo puede realizarse mediante enérgico martilleo o una fuerte compresión, sólo pueden remacharse piezas de acero dulce; las de fundición, por su fragilidad, no soportan el remachado y deben unirse con tornillos. En construcciones de acero normal St 37.12 se emplea, para los roblones, acero St 34.13, con una carga de rotura de 34 a 42 Kg/mm² (según DIN 1.613); para construcciones en acero de alta calidad St 52, roblones de acero St 44, con una resistencia a la rotura de 44 a 52 Kg/mm².

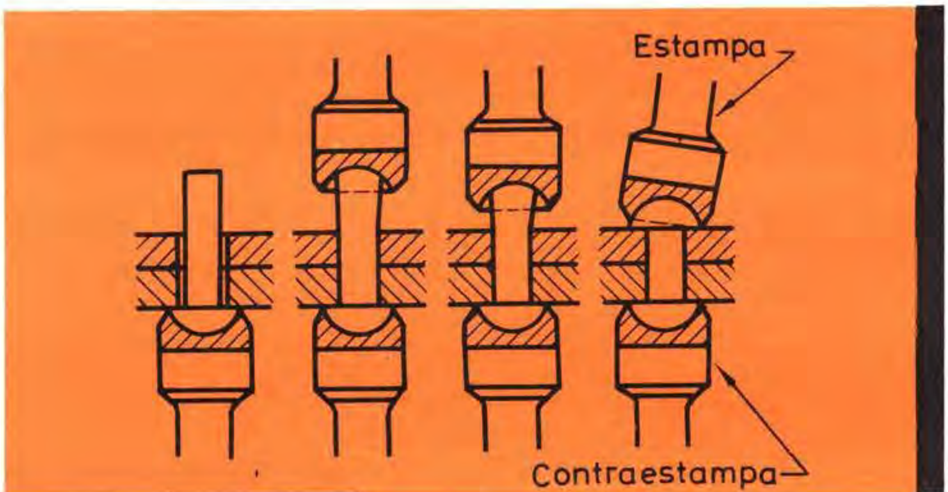


Tipos de roblones empleados en las construcciones metálicas. Para más datos, ver la lección primera de Construcción.

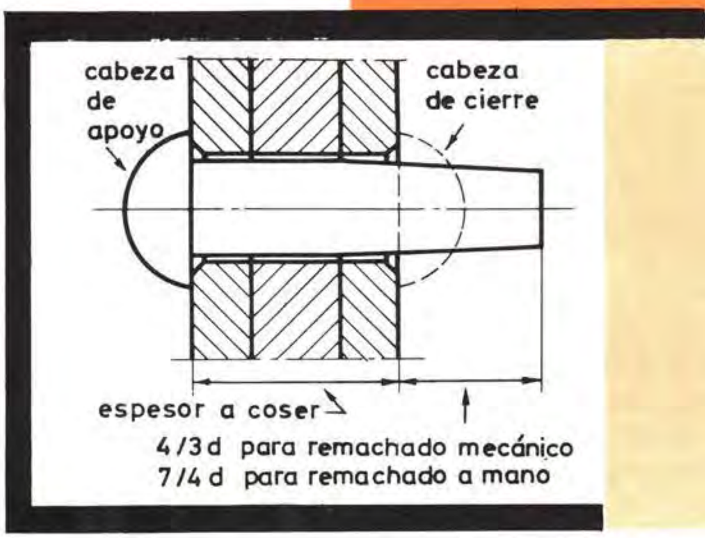
Los roblones se encuentran en el comercio. Se distinguen los de cabeza redonda y los avellanados. Las dimensiones de los roblones están normalizadas en las DIN 124 y 302. Los más usuales son los de cabeza redonda. El roblón en bruto consta de cabeza y caña, cuya longitud depende del espesor total a coser y de un suplemento necesario para el recalcado y la formación de la cabeza de cierre. Todos los agujeros para roblones (como también los destinados a pernos) deben perforarse con broca. Sólo en construcciones de escasa importancia (en placas de forro, en planchas de revestimiento o acanaladas, o bien en planchas para depósitos que no lleguen a 8 mm de espesor), pueden obtenerse por punzonado. Al punzonar se rebasa el límite elástico del material y se produce una acritud en el borde del orificio que puede acarrear una pérdida de resistencia hasta del 20 %. El diámetro del agujero para el roblón es igual al del roblón remachado pero aproximadamente 1 mm mayor que el del roblón en bruto. Los orificios para el remachado de diferentes piezas tienen que corresponderse a la perfección; si existen pequeños desplazamientos se retocan con broca o con rasquete. No se empleará la lima redonda, ni se forzará la coincidencia de los orificios mediante clavijas.

Antes de proceder a la superposición y remachado se procede a suprimir la rebaba de los bordes de los taladros. El roblón bruto, calentado

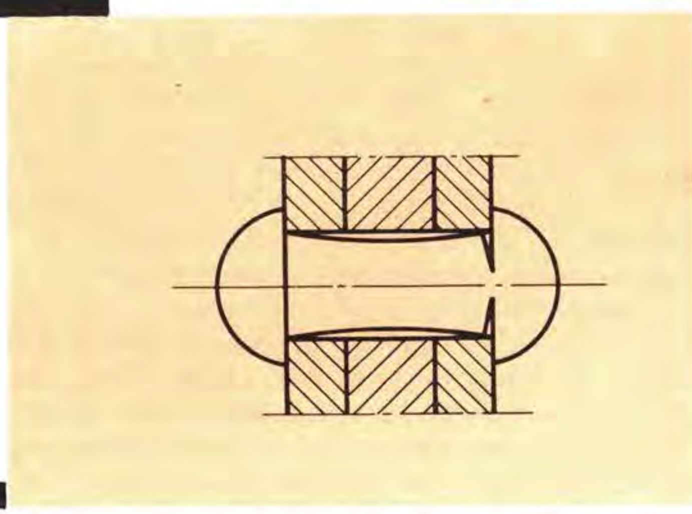
en la fragua hasta el rojo claro, se limpia de cualquier adherencia incandescente que hubiese podido arrastrar y se introduce en su orificio; mientras con la sufridera se sostiene con firmeza la cabeza del roblón, se bate el otro extremo con el martillo de aire comprimido. El roblón empieza por recalcarse hasta llenar por completo el orificio, y luego el extremo excedente de la caña forma la cabeza de cierre al moldearse con la estampa. Es necesario que la cabeza de los roblones no presente ninguna grieta. Si se forma rebaba hay que hacerla desaparecer. Muchas veces se remacha con el martillo neumático; o también con una prensa excéntrica que con sólo el esfuerzo de compresión recalca y moldea, cosa que da por resultado una mayor velocidad, pero también un relleno menos perfecto de los agujeros. Cuando se aplica este procedimiento no debe aflojarse la presión hasta que el roblón se ha enfriado lo suficiente para que recupere su color negro. El primitivo remachado con el martillo de mano ha sido sustituido por el remachado mecánico; por consiguiente, puede considerarse como anticuado.



Representación esquemática del proceso del remachado mecánico de un roblón de cabeza esférica



El antiguo remachado a mano requería mayor longitud de espiga



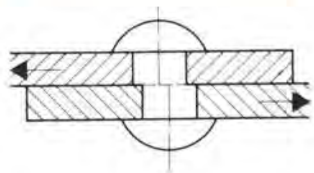
Un roblón de longitud de espiga mal calculada puede llegar a desprender su cabeza

Después del remachado se comprueba si los roblones se hallan perfectamente fijos; cuando se golpean con el martillo deben producir un sonido limpio y vibrante. Todos los roblones que no cumplan satisfactoriamente con las precedentes condiciones deben sustituirse.

En ningún caso se permitirá que los roblones en frío sufran modificación alguna. Una vez remachados se recubrirán sus cabezas con una ligera capa de aceite de linaza. El calafateado de juntas y roblones antes del ensayo y de la recepción de las estructuras sólo está permitido en aquellas partes de la obra que requieren hermeticidad por tener que encerrar líquidos o gases.

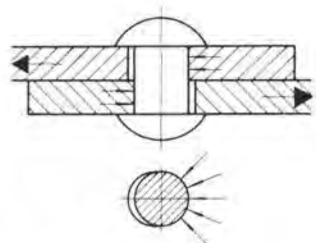
El comportamiento del material durante el remachado y después de él, el tipo de fatiga a que quedará sometido y el proceso que experimenta el propio roblón imponen ciertas limitaciones, en relación con la disposición y el cálculo de los remachados y la conveniencia de su aplicación.

El roblón introducido en caliente se contrae al enfriarse y aprieta las piezas que cose entre las dos cabezas de sus extremos. A lo largo de su eje se producen, por consiguiente, tensiones por tracción, que al aumentar el espesor de las chapas cosidas crecen de modo inconveniente y pueden llegar a producir el arranque de las cabezas del roblón.



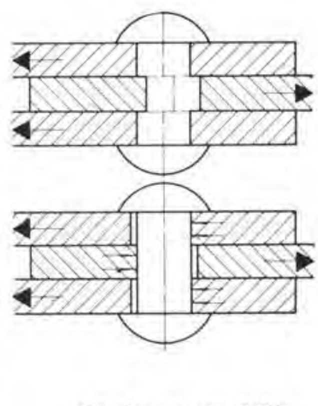
Cizallamiento sencillo

Además, si la longitud de la caña del roblón remachado, o sea el espesor de las planchas cosidas, es superior a 6 veces el diámetro, ya no queda suficientemente recalcado el remache en toda su longitud. Así, pues, el espesor total de piezas o planchas a unir no debe exceder a cuatro veces y media el diámetro del roblón cuando es de cabeza redonda. Cuando se emplea este valor máximo es recomendable enfriar un poco el extremo calentado al rojo claro, que ha de servir para la formación de la cabeza de cierre del roblón, antes de introducirlo, con lo cual éste se recalcará mejor antes de la formación de dicha cabeza.



Se producen presiones sobre las paredes del orificio

En los roblones avellanados por un solo extremo, el avellanado se encuentra en la cabeza de cierre. Si no puede evitarse que sea muy grande el espesor de las planchas a coser, se efectuará el enlace por medio de pernos cónicos torneados. Para evitar que las tensiones de tracción que aparecen en el roblón remachado por efecto de su enfriamiento (tensiones que aparecen según la forma de llevarse a cabo el remachado y que no son fáciles de controlar) aumenten más de lo conveniente, es necesario que los roblones trabajen perpendicularmente a su eje, en lugar de hacerlo en el sentido de tender al arranque de sus cabezas. Las piezas cosidas con roblones someten a éstos esfuerzos cortantes al efectuarse la transmisión de esfuerzos de una pieza a la otra. Por otra parte los roblones ejercen presión sobre las paredes de los agujeros que ocupan, y por consiguiente producen las máximas solicitudes sobre las partes más débiles de las piezas enlazadas.



Cizallamiento doble

Debido a las tracciones longitudinales, que se desarrollan en los roblones remachados por efecto del enfriamiento y del recalcado de sus cañas o vástagos, se produce un rozamiento entre las piezas o planchas de acero superpuestas que llega a superar en un 20 % el valor del esfuerzo cortante. Como este valor no puede ser calculado con exactitud, se ha recurrido a tenerlo en cuenta mediante una adecuada elevación de

los valores admisibles de cizallamiento, y sobre todo de la presión contra las paredes de los agujeros; por esto las fatigas admisibles son exageradamente elevadas. Con el fin de aumentar esas resistencias de rozamiento, en las juntas con remachados de fuerza se procura que las superficies superpuestas hayan sido limpiadas de toda capa de pintura o aceite antes de proceder al remachado. Las juntas de las piezas unidas se rellenan con pintura.

Las piezas que únicamente requieren un remachado de fijación reciben previamente una capa de base dada con pintura de minio. Por lo peligroso de los vapores que desprende, no se procede al remachado hasta que la pintura esté suficientemente seca.

DIAMETROS USUALES DE LOS ROBLONES SEGUN EL ESPESOR DE LA PLANCHA MAS DELGADA DE LAS COSIDAS POR UN MISMO ROBLON

Espesor de la plancha más delgada	Diámetro del roblón
De 4 a 6 mm	13 mm
De 5 a 8 mm	17 mm
De 7 a 11 mm	21 mm
De 10 a 14 mm	23 mm
De 13 a 19 mm	25 mm

El diámetro de roblón más favorable, para una determinada unión, depende del espesor mínimo de las piezas a unir y se encuentra en tablas para la mayor parte de los perfiles. En una misma obra se procura emplear solamente una o dos clases de roblones, con objeto de evitar la posibilidad de errores. Las distancias entre los roblones y de éstos a los bordes de la plancha, tanto en sentido paralelo a la dirección de los esfuerzos como perpendicularmente a ella, se deducen de los valores de las superficies que han de soportar las tracciones y los esfuerzos cortantes, así como de puntos de vista prácticos. Las distancias regulares están en las normas DIN 998 y 999 y pueden tomarse de allí.

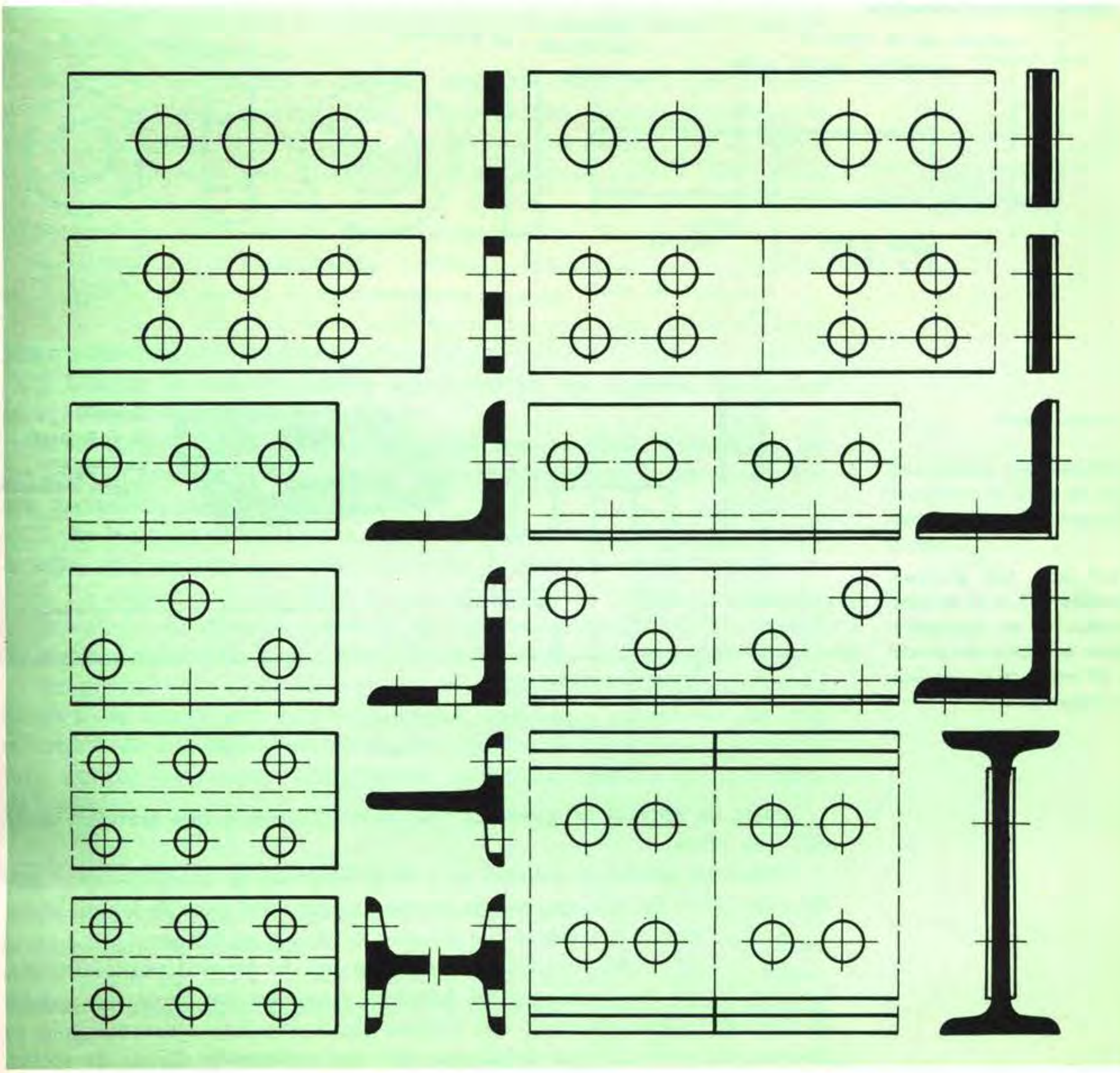
En el remachado *de fuerza*, los roblones deben ir colocados lo más cerca posible unos de otros (mínima distancia) y debe ponerse atención a la buena distribución de las fuerzas y al menor flujo o transmisión de esfuerzos en la unión (muchos roblones pequeños prestan mejor servicio que pocos roblones grandes; sucede como en las construcciones de madera; muchos clavos sujetan mejor que pocos pernos). Para una buena transmisión de fuerzas, siempre que sea posible, no deben disponerse más de cinco roblones en hilera; si es preciso se colocarán más hileras. El número mínimo de roblones de fuerza es de dos. En enlaces que transmiten momentos, habrá que tener en cuenta que los roblones exteriores no se vean sometidos a solicitaciones excesivas.

En los remachados de fijación los roblones se colocan más separados; su distancia máxima resulta de tener en cuenta el peligro de que puedan oxidarse las planchas cosidas, debido a quedar entreabiertas sus

juntas. Para calcular las dimensiones de los elementos de la construcción, los agujeros para los roblones en las barras de tracción tienen que restarse íntegramente de la sección resistente; en el caso de flexión, solamente los de la parte correspondiente a la tracción. Esto obliga en muchos casos a escoger perfiles mucho más fuertes. Los roblones avellanados obligan a restar mayor sección que los de cabeza redonda. En los enlaces remachados que sólo se hallen solicitados a compresión, los orificios de los roblones no necesitan ser restados, porque al aumentar la carga transmiten la presión de sus cañas a la barra que las rodea.

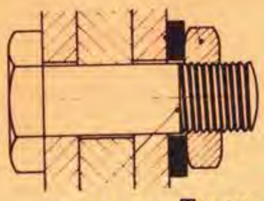
El trabajo de remachado produce mucho ruido, por lo cual, en lugares próximos a ciertos edificios (escuelas, hospitales, etc.), puede ser inconveniente.

DISPOSICION DE ROBLONES Y EMPALMES REMACHADOS DE MAYOR USO



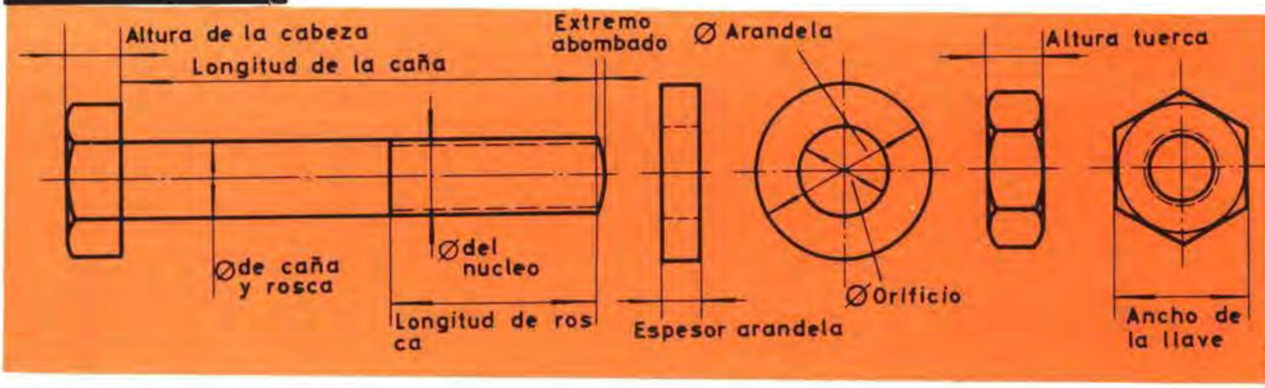
UNIONES CON PERNOS Y TORNILLOS

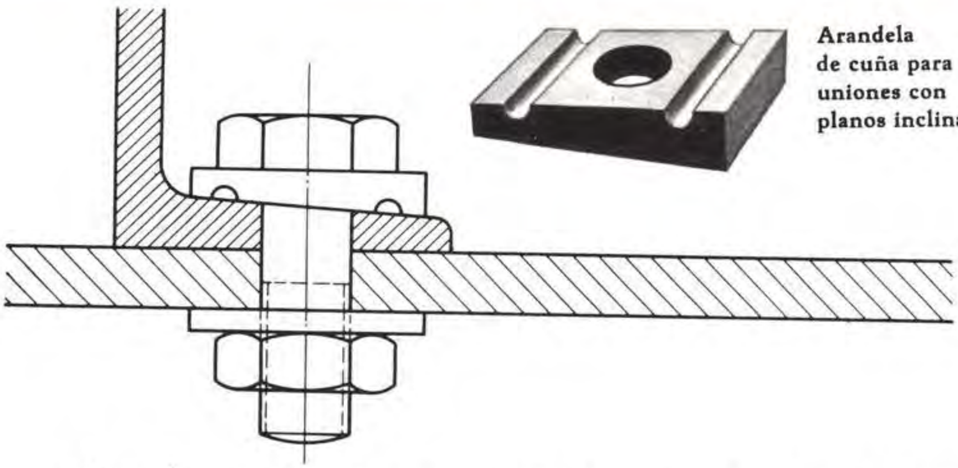
La rosca no penetra en las piezas a unir



El perno consta de un vástago con cabeza en un extremo y rosca en el otro, y además de una tuerca con su arandela. Si se practica una sección longitudinal según el eje del perno, se ve que los hilos de rosca de tornillo y tuerca engranan entre sí, con lo cual es posible, en contraposición con lo que ocurre en los roblones, hacer que el perno, además de trabajar a esfuerzo cortante y a compresión contra las paredes del agujero, trabaje también a tracción bajo esfuerzos axiales.

La preparación de las piezas a unir es la misma que para el remachado: se introduce el perno por el agujero y por la parte opuesta se coloca la tuerca. Para que encajen las llaves, tanto la cabeza del perno como de la tuerca deben ser hexagonales o cuadradas. Para que el perno resista bien el esfuerzo cortante y la compresión contra las paredes del agujero, la parte roscada debe quedar exterior al mismo.





Para unir con pernos perfiles T, L o U de alas inclinadas se interpone entre la cabeza del perno y el perfil una arandela en forma de cuña

Arandela de cuña para uniones con planos inclinados

Antes de apretar la tuerca es necesario interponer una arandela entre ella y la pieza.

Como los pernos se colocan en frío, la longitud del material aprisionado, o longitud del vástago, puede ser mayor que en el caso de los roblones.

Se distinguen dos clases de pernos: brutos y ajustados.

En la edificación metálica se emplean por lo general pernos brutos, que no llenan por completo los taladros y que no requieren una preparación tan cuidadosa como los pernos ajustados. Los ajustados sólo se colocan en orificios que deban quedar completamente llenos de metal,

como en el caso de la unión de pies derechos y jácenas en edificios de entramado de acero.

En los cálculos de resistencia para los pernos brutos se parte del diámetro del vástago. En los ajustados puede tomarse (como en el caso de los roblones remachados) el diámetro del orificio.

La distancia entre pernos debe ser lo bastante grande como para que pueda manejarse sin dificultad la llave inglesa o de berbiquí destinada a atornillarlos. Por lo menos debe ser de 3'5 veces el diámetro del perno.

Las distancias a los bornes y al final de la pieza son las mismas que en el caso de los roblones.

En construcciones roblonadas, y en el caso de que el espesor a coser resulte excesivo, se emplean vástagos cónicos sin cabeza (conicidad 1/100). Con ellos no es indispensable un ajustado de precisión; en cambio, el taladro y la rectificación del orificio cónico son difíciles.

Los enlaces con tornillos requieren la labra de la rosca en una de las piezas que se unen.

Además de los citados se emplean, según la finalidad a que se destinen, otras muchas clases de pernos que tienen los mismos diámetros de roscas y sólo difieren en la forma que se da a las cabezas y a las cañas o vástagos: pernos para piedra, pernos de anclaje, pernos con cabeza de martillo, etc.

Los enlaces por medio de pernos se usan:

1. Cuando deben contrarrestar esfuerzos axiales, como por ejemplo en el caso de los pernos de anclaje.

2. Cuando la longitud de la caña sería excesiva para poder hacer la unión remachada.

3. Cuando se requiere cierta movilidad en las uniones, como por ejemplo en diversas uniones de vigas.

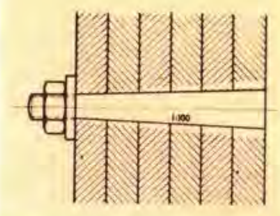
4. En todas aquellas uniones que requieran un fácil desmontaje, sobre todo en auxiliares, salas de exposiciones y construcciones en las que son previsibles algunas modificaciones.

5. En la unión de materiales que no permiten el empleo de roblones: la unión de piezas de acero con piezas de fundición o acero fundido.

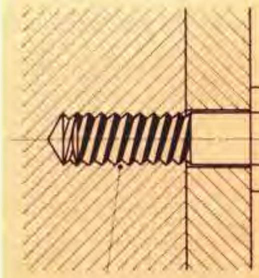
6. En sitios poco accesibles donde resulta difícil soldar o remachar.

7. Cuando, en atención a que los alrededores están habitados, no puede emplearse remachado por el ruido que produce la operación.

En general sólo se prefiere el uso de pernos para acoplamientos en la obra. Se hacen con mayor facilidad, rapidez y economía que con el remachado o la soldadura. Se facilita, además, el montaje de la estructura, porque los pernos tienen mayor movilidad que los otros medios de unión.



Cuando el espesor a coser resulta excesivo se usan vástagos cónicos sin cabeza que deben acoplarse mediante un ajuste perfecto



Rosca labrada

Los enlaces con tornillos requieren la labra de una rosca en una de las piezas a unir

UNIONES POR SOLDADURA

La soldadura, para el caso de solicitaciones sin movimiento (estáticas), es equivalente al remachado; y en la edificación es generalmente preferida a él por significar menor consumo de materiales y mano de obra. Además, la unión soldada proporciona mejor aspecto a las partes visibles de la obra.

La unión de piezas de igual material se hace por medio de una costura. Para llevarla a cabo se calientan las partes a soldar hasta la temperatura de fusión; el material necesario para el relleno de la costura se agrega tomándolo de alambre de soldadura.

Según la manera de llevar a cabo el calentamiento distinguimos: soldaduras por fusión con gas; soldaduras eléctricas por resistencia y por arco. Esta última, que es la más empleada, utiliza la varilla o alambre de soldadura como uno de los electrodos.

Según lo que prescribe la norma DIN 4.100, para las construcciones metálicas soldadas se puede elegir libremente el método de soldadura siempre que se mencione en el proyecto de la obra.

De todos los métodos utilizados, el que ha alcanzado más difusión es el de la soldadura por arco eléctrico. Con él se han obtenido los mejores resultados. Las tensiones térmicas que se originan en el punto de la soldadura por el brusco calentamiento del material tienen una influencia menos perjudicial que en los otros métodos.

La fluidificación del acero en el punto de la unión se produce por medio de una corriente (continua o alterna) que circula entre la pieza y el polo opuesto, del que salta el arco. Para ello se emplean electrodos metálicos (alambres o varillas de soldadura) como primer polo, del que salta el arco eléctrico hacia el segundo polo constituido por la misma pieza a soldar. Entonces tanto el electrodo como la pieza empiezan a fundirse en el punto de la soldadura, produciéndose una cavidad llena de fluido incandescente, que es el que produce la soldadura.



Fotografía de una unidad para soldadura eléctrica

Los electrodos empleados son varillas o alambres de acero de distintas composiciones. Se distinguen:

a) Electrodos desnudos (para soldaduras con corriente continua y trabajos sencillos en posición horizontal).

b) Electrodos revestidos (corriente continua u alterna), para soldar en cualquier posición y para uniones de alta calidad. El revestimiento impide una oxidación demasiado fuerte de la costura; contiene sustancias que mejoran el acero y retardan el enfriamiento, lo que impide la formación de poros. Proporciona soldaduras elásticas.

c) Electrodos enrollados o de alma. Para cordones de soldadura continuos, de gran longitud; por ejemplo, en la construcción de depósitos.

En cuanto a la posición de las soldaduras, debe distinguirse entre horizontales, verticales y de techo. Estas últimas son las más difíciles de hacer; únicamente soldadores muy expertos pueden hacerlas de la misma calidad de las demás. Hay que evitarlas en cuanto sea posible.

MATERIALES

La soldabilidad de las diferentes clases de acero es muy diversa; sin embargo, no puede ser considerada de modo exclusivo como una propiedad característica del material. No sólo depende de su composición química, sino también de su espesor. Además, depende de las condiciones en que se suelda y del tipo de la construcción a soldar

De las diversas clases de acero que se encuentran en el mercado la más adecuada es la Siemens Martin St 37.12. Con él queda asegurada la soldabilidad hasta 50 mm de espesor. Con el acero 37.12 de la calidad Thomas hay que tener la precaución de no pasar de 25 mm de espesor, cuando se trate de soldar llantas anchas, tablas, nervios para vigas compuestas, etc. En esencia, no deben soldarse piezas de acero Thomas que hayan sido deformadas en frío; con el calentamiento el acero se vuelve agrio y pueden producirse grietas, no sólo en las inmediaciones de la soldadura, sino incluso a bastante distancia de ella. Tales grietas conducen insensiblemente a roturas. En casos excepcionales, puede soldarse piezas sometidas previamente a un tratamiento térmico (caldeo por lo menos a 600° C).

La soldadura del acero de alta calidad St. 52 iba acompañada, al principio, de muchos inconvenientes. Gracias al descubrimiento de nuevas aleaciones a base de silicio y manganeso, ya no ofrece dificultades la soldadura del acero St. 52 con espesor de 30 mm. Tales aceros, por otra parte, sólo se emplean en obras para las cuales se tenga la correspondiente autorización.

Para cada clase de acero hay varillas de soldadura (electrodos) especialmente adecuadas, que además deben escogerse según la posición en que hay que hacer la soldadura (horizontal, vertical, inclinada o de techo) y estar de acuerdo con lo que prescribe la norma DIN 1.913.

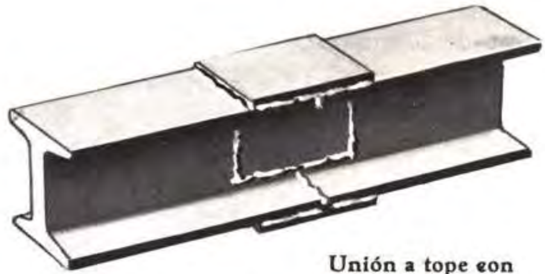
La forma y espesor de los cordones de soldaduras que en cada caso hay que escoger depende de las piezas que deben unir y de las fuerzas que la soldadura tenga que transmitir. Los cordones de soldadura pueden sufrir solicitaciones por tracción, compresión y esfuerzo cortante. Debe distinguirse entre soldaduras a tope y soldaduras en ángulo. Las

soldaduras en ángulo son las más sencillas y las que se realizan con mayor frecuencia. Las soldaduras a tope, sin embargo, proporcionan mayores resistencias que las de ángulo, a causa de ser más favorable en ella el flujo de las fuerzas.



Vigas unidas por soldadura a tope

Soldadura angular



Unión a tope con cubrejuntas



Uniones por soldaduras angulares

SIMBOLOS PARA INDICAR EN LOS DIBUJOS Y PLANOS DE TALLER LOS TIPOS DE SOLDADURA A PRACTICAR EN LA OBRA

En los dibujos y planos de taller relativos a construcciones de acero soldadas se utilizan, para señalar la forma y dimensión de cada soldadura, símbolos complicados acompañados de las cifras de las dimensiones.

TABLA I - SOLDADURAS A TOPE

Tipo de la soldadura		*Símbolos empleados en planta o alzado*	*Símbolos empleados en sección*
Soldadura a tope			
Soldadura en I	1 B/S 2		
Soldadura en V	60°; 1 B/S 3		
Soldadura en X	0 B/S 4; 1,5 B/S 4,5		
Soldadura en Y	1 B/S 3		
Soldadura en K			
Soldadura en U	1/2 B/S 1/2 t; 1 B/S 2; 3 B/S 5		

TABLA II - SOLDADURAS ANGULARES

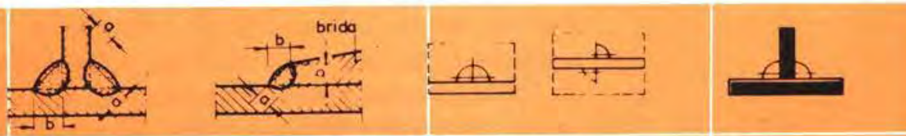
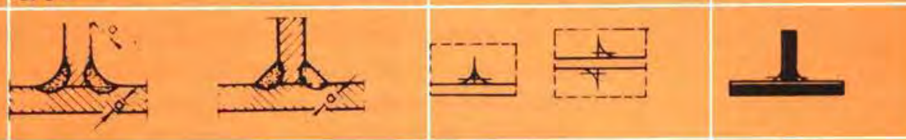
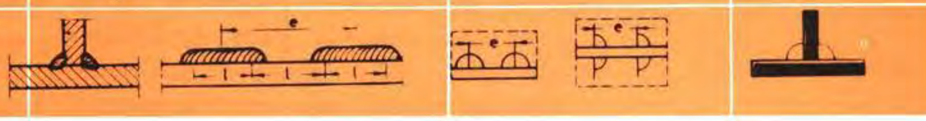
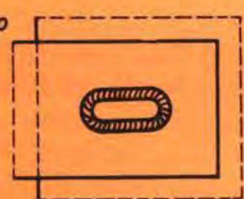
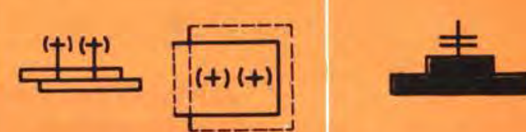
Cordón reforzado continuo	
Cordón aligerado *Cordón plano*	
Cordón interrumpido	

TABLA III - SOLDADURAS EN RANURAS Y TALADROS

Soldadura en agujero alargado (Soldadura en ranura) 	
Soldadura en agujero redondo 	
Designación: *Las soldaduras en ranura se designan con dos números. El primero indica el espesor de los cordones. El segundo, la longitud de los cordones*	

Estos símbolos han quedado establecidos en la norma DIN 4.100.

1. Con frecuencia es recomendable reproducir en los dibujos y planos las diferentes formas de soldaduras que deben aplicarse, dibujadas a escala mayor y aparte; citándolas, en los diferentes puntos del plano a que corresponden, con letras y cifras. En dichos dibujos, hechos a mayor escala, existe la oportunidad de mencionar si la soldadura debe hacerse con varillas de diferentes gruesos y la longitud que debe dársele.

2. Las soldaduras a efectuar en obra se indicarán en los planos con la adición de la letra B; las soldaduras de techo se señalarán con la letra U.

Hay más prescripciones acerca de la ejecución de los trabajos de soldadura en la norma DIN 4.100, y otras sobre la vigilancia de los trabajos en la obra y su recepción.

A ellas debe remitirse quien precise profundizar la cuestión.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA SOLDADURA

La soldadura permite mayor libertad que el remachado en la construcción de las estructuras de entramado. La sección de los elementos resistentes no queda debilitada, y mediante una adecuada realización de los empalmes y uniones puede ser aprovechada totalmente. La realización de muchas uniones, como por ejemplo los ángulos de los pórticos y sus eventuales nudos, resulta más fácil. Para obtener uniones rígidas basta, por lo general, planchas planas, mientras que con los roblones se requieren laminados de diferentes perfiles. Los refuerzos, incluso a posteriori, de determinados miembros de las construcciones son de aplicación sencilla. Además, para elementos de compresión puede también emplearse secciones tubulares, que se unen bien.

Gracias a todas esas simplificaciones constructivas se obtienen, además, las siguientes ventajas: menor número de elementos aislados, economía de materiales y reducción de pesos.

La ejecución de obra, y el montaje de las estructuras soldadas de acero, contrariamente con lo que ocurre con el remachado, no produce ruidos, y por consiguiente es el método más adecuado para los casos en que los alrededores de la obra estén habitados.

Con la soldadura, en cambio, es fácil que se produzcan deformaciones que introducen tensiones adicionales, que no siempre pueden ser contrarrestadas. En las estructuras de carga ya existentes, sólo es posible la soldadura con un apeo o apuntalamiento suficiente. Si se trata de solicitaciones de carácter dinámico, las estructuras remachadas tienen mayor capacidad permanente para soportar cargas.

ORIENTACIONES PARA EL CALCULO DE ELEMENTOS RESISTENTES

Para el cálculo de toda estructura se parte de la carga total que deberá soportar.

Esta carga se descompone en:

a) Peso propio de la estructura.

b) Sobrecarga o peso que debe resistir.

Por tanto, para el cálculo se atenderá a estos dos conceptos. No obstante, no conoceremos con exactitud el peso propio de la estructura hasta que se haya calculado, pero podemos asignarle una cifra aproximada de acuerdo con otras experiencias. Si se carece de ellas, se asignará un peso ficticio, de forma que una vez calculada la estructura se pueda comprobar el error cometido y rehacer el cálculo si ello fuera preciso.

Para facilitar el cálculo se dan a continuación algunos pesos de sobrecarga de orientación para los tipos más comunes de edificación:

Habitaciones económicas	300	Kg/m^2
Habitaciones ordinarias	350 a 400	»
Salas de reunión...	500	»
Almacenes (líneas generales)	600	»
Cubiertas bajo calle...	1.000 y más	»
Escaleras	600	»

Para almacenes de materias pesadas, las sobrecargas dependen de la densidad y de la forma y disposición de los materiales. Para una capa de 1 m de altura se tiene por m² las siguientes sobrecargas:

Material	Sobrecarga	
Agua	1.000	Kg/m²
Alcohol	797	»
Arcilla	2.300	»
Arena seca	1.600	»
Arena húmeda	1.800	»
Avena	550	»
Azúcar	750	»
Bibliotecas (estanterías)	500	»
Cal	1.800	»
Cebada	690	»
Cemento	1.400 a 2.000	»
Cok	500	»
Grava	600 a 1.500	»
Harina	750	»
Hulla	750	»
Hulla en briquetas	1.200 a 1.500	»
Leña	400	»
Maderas	500 a 700	»
Trigo	760	»
Vidrio	2.600 a 2.400	»

Cuando sobre las vigas gravitan macizos de obra, se calcula su peso a razón de:

Material	Peso	
Hormigón	2.100 a 2.600	Kg/m³
Ladrillo	1.600	»
Ladrillos huecos	1.100	»
Mampostería	2.400	»
Mármol	2.800	»

Una vez se tiene el peso supuesto de la estructura, se empezará el cálculo de cada elemento teniendo en cuenta la influencia de la sobrecarga o peso que deseemos sea resistido por la misma.

La forma de proceder en el cálculo es empezar de arriba abajo; es decir, los cálculos de edificaciones se empiezan «por el terrado». Así calculamos primero las vigas superiores, dimensionándolas según el esfuerzo cortante y momentos flectores más desfavorables.

Se irá descendiendo en el cálculo por los pilares de la futura obra. El piso inferior se calculará de la misma forma, con la particularidad de que al ir descendiendo la carga de los pilares se ve aumentada con el peso de la estructura superior. De esta forma continuaremos hasta llegar a los cimientos, determinando las dimensiones de la placa de apoyo de cada pilar principal de acuerdo con la resistencia del terreno. Para los pilares habrá que hacer la comprobación de resistencia al pandeo; las bases del cálculo se rigen por la norma DIN 4.114.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES MAS EMPLEADOS

Toda construcción moderna suele sostenerse por medio de un esqueleto, sea metálico, de hormigón armado, de obra, etc.

El esqueleto del edificio descansa sobre placas de apoyo, que a su vez se apoyan sobre dados de hormigón, que en caso de terrenos poco estables llegan a unirse unos a otros formando correas continuas, que pueden ser de hormigón armado u otro material (vea cimientos).

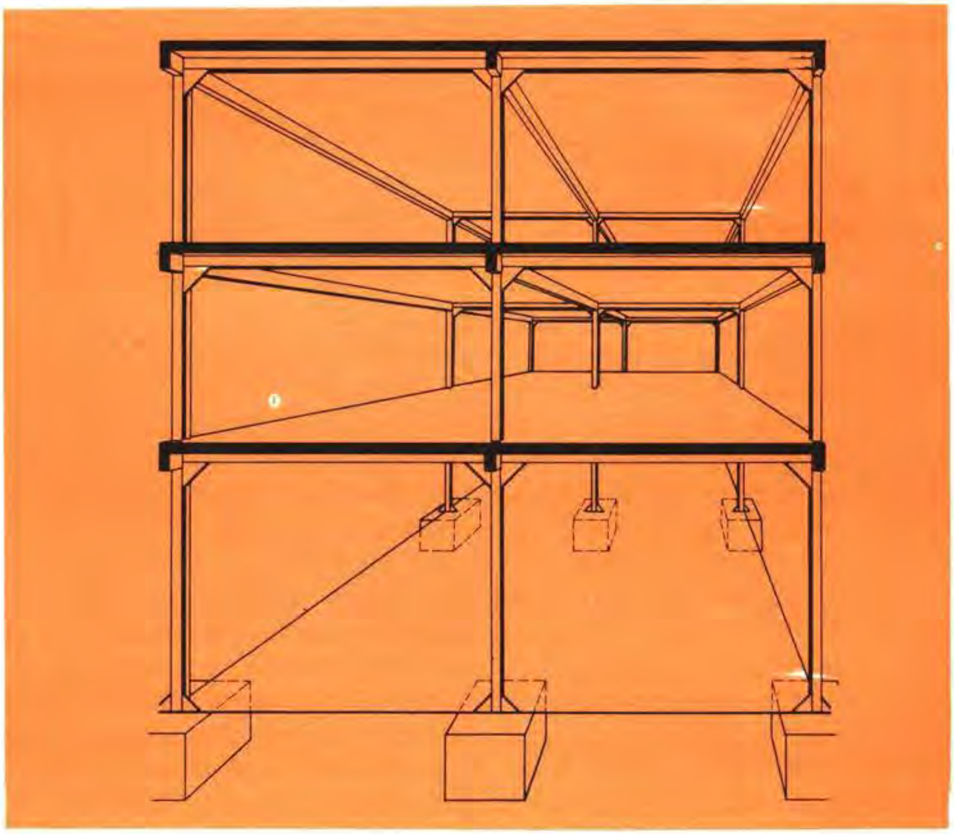
Si conviniese, la correa antedicha puede ensancharse en el punto destinado a los apoyos de pilares o columnas.

El espesor de esta correa será uniforme; aunque por ahorro de material, en el caso de tener que edificar sobre terreno de resistencia variable, podrá ensancharse en aquellos puntos en los que el terreno, de peores características, haga preciso aumentar la superficie útil de la correa, disminuyendo así la fatiga unitaria sobre el terreno. Esta solución será aconsejable cuando mediante sondeos se demuestre que ensanchar la correa será más económico que excavar a profundidades considerables en busca de capas de mayor resistencia.

De los dados o correas mencionados arrancan los pilares o pies derechos, bajo los cuales se dispondrá en forma remachada o soldada la base correspondiente o *placa de apoyo*, la cual a su vez se fijará al hormigón mediante los pernos de anclaje correspondientes.

La placa de apoyo se une a los pilares mediante cartelas o cartabones de unión, proporcionando rigidez al nudo.

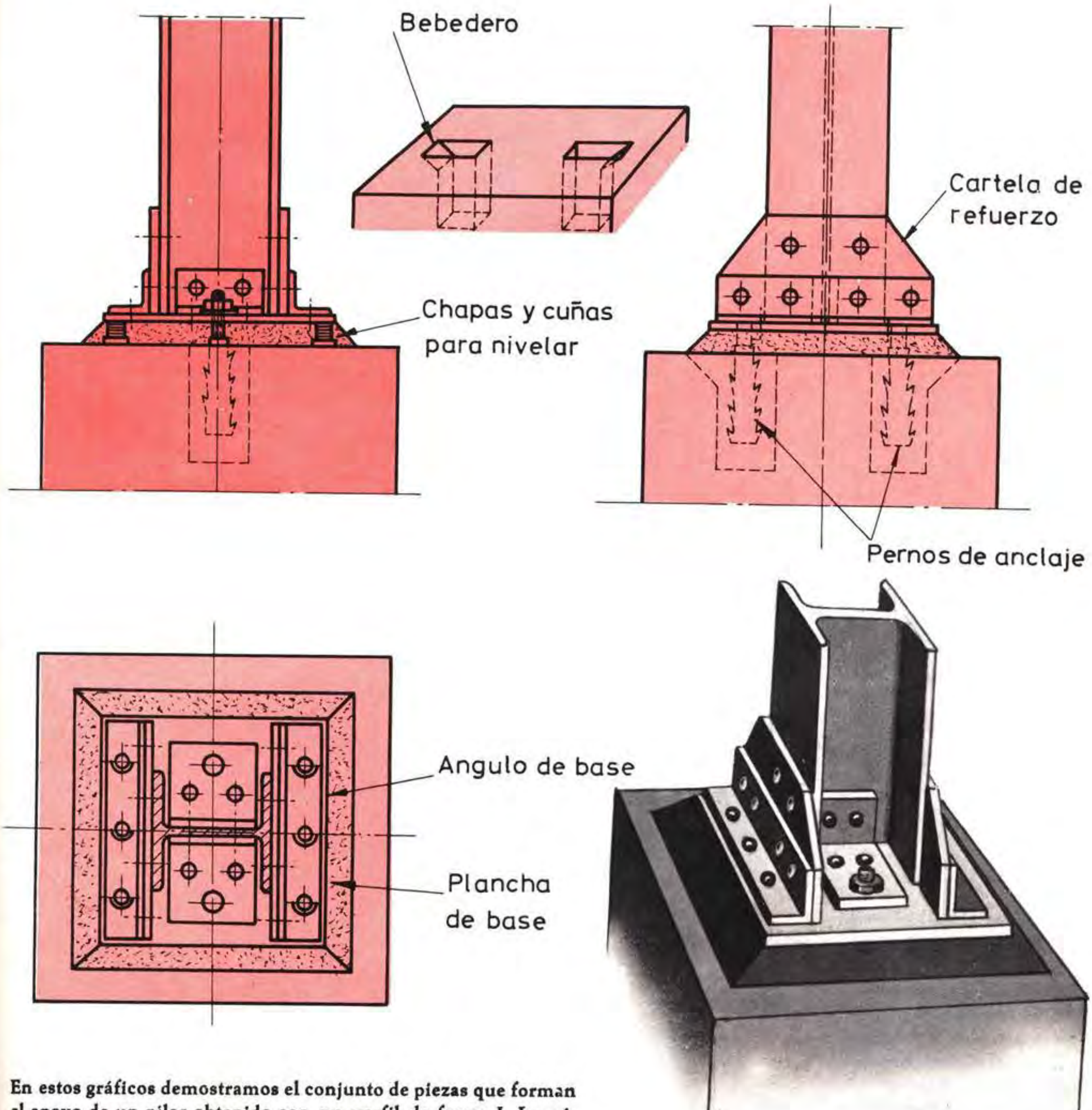
Según la carga a soportar y la altura sobre la base, el pilar será simple o compuesto de dos o más perfiles arriostrados.



Las construcciones modernas suelen sostenerse por medio de un esqueleto que descansa sobre placas de apoyo asentadas sobre cimentaciones continuas o discontinuas.

FIJACION DE PILARES

Con la ayuda de piezas de madera o tubos de fibrocemento, se dejarán los huecos correspondientes a los pernos, para fijar el pilar con la base. En el primer caso, al retirar el trozo de madera una vez solidificado el hormigón, dejará la huella correspondiente para poder introducir el perno. En el caso de utilizar el tubo mencionado, éste quedará embebido en el hormigón, dejando su parte interior como hueco disponible para la introducción del perno de anclaje.

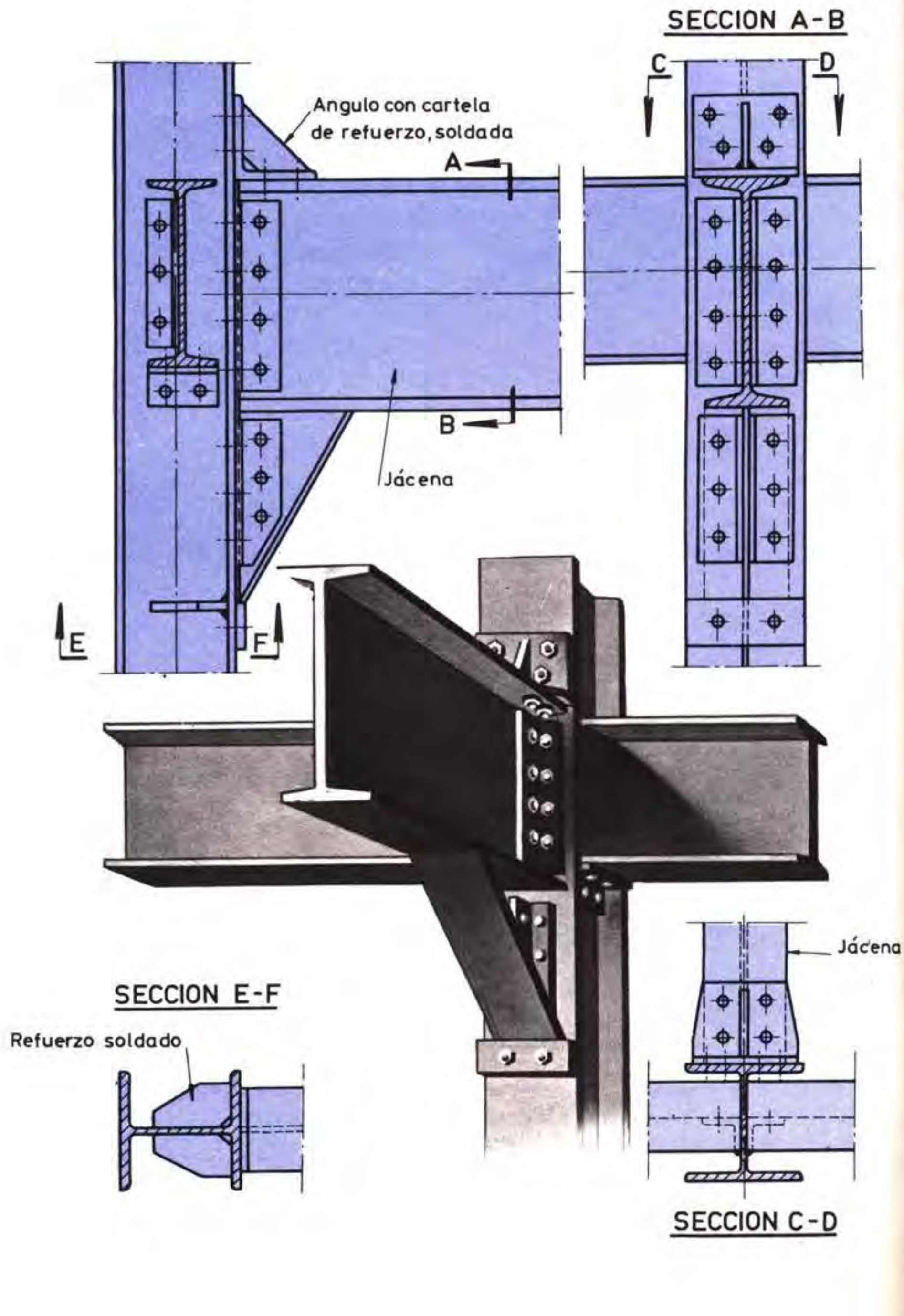


En estos gráficos demostramos el conjunto de piezas que forman el apoyo de un pilar obtenido con un perfil de forma I. La misión del bebedero es la de permitir la filtración del cemento líquido que fijará los puntos.

ENLACES ENTRE PILARES Y VIGAS (O JACENAS)

El enlace de los pilares con las vigas, tanto si éstos son exteriores como interiores, podrá hacerse manteniendo el pilar continuo o el pilar interrumpido.

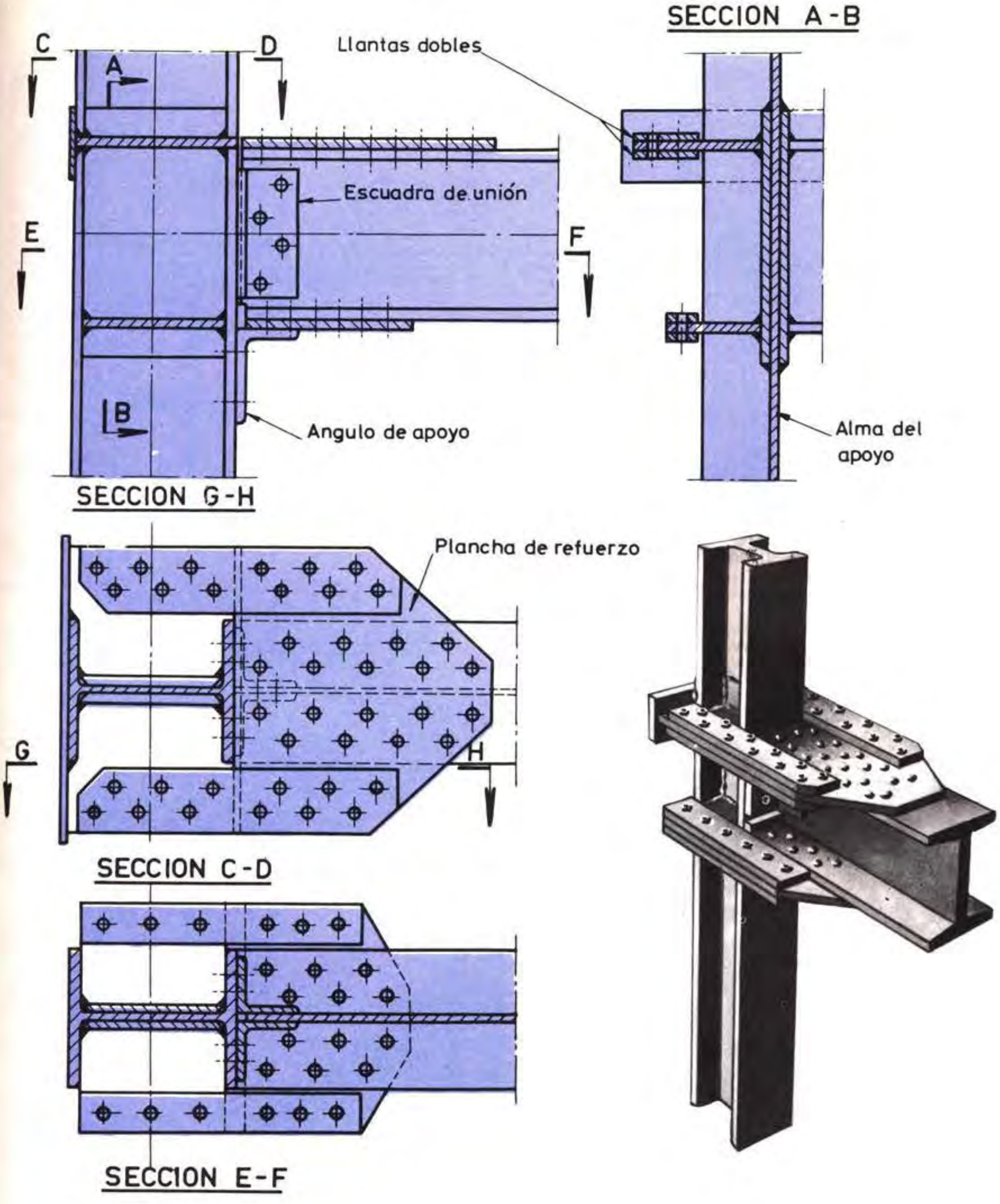
El enlace de los pilares con las vigas puede hacerse manteniendo el pilar continuo y la viga discontinua mediante entregas con cartelas. En este caso el pilar no varía de sección y las cartelas quedan en un plano vertical.



ENLACE ENTRE VIGAS Y PILAR CONTINUO

En este gráfico se demuestra la unión entre pilar y jácenas mediante entregas con cartelas verticales. Se trata de una unión sobre pilar continuo. Relacione usted las vistas y secciones con el dibujo en perspectiva.

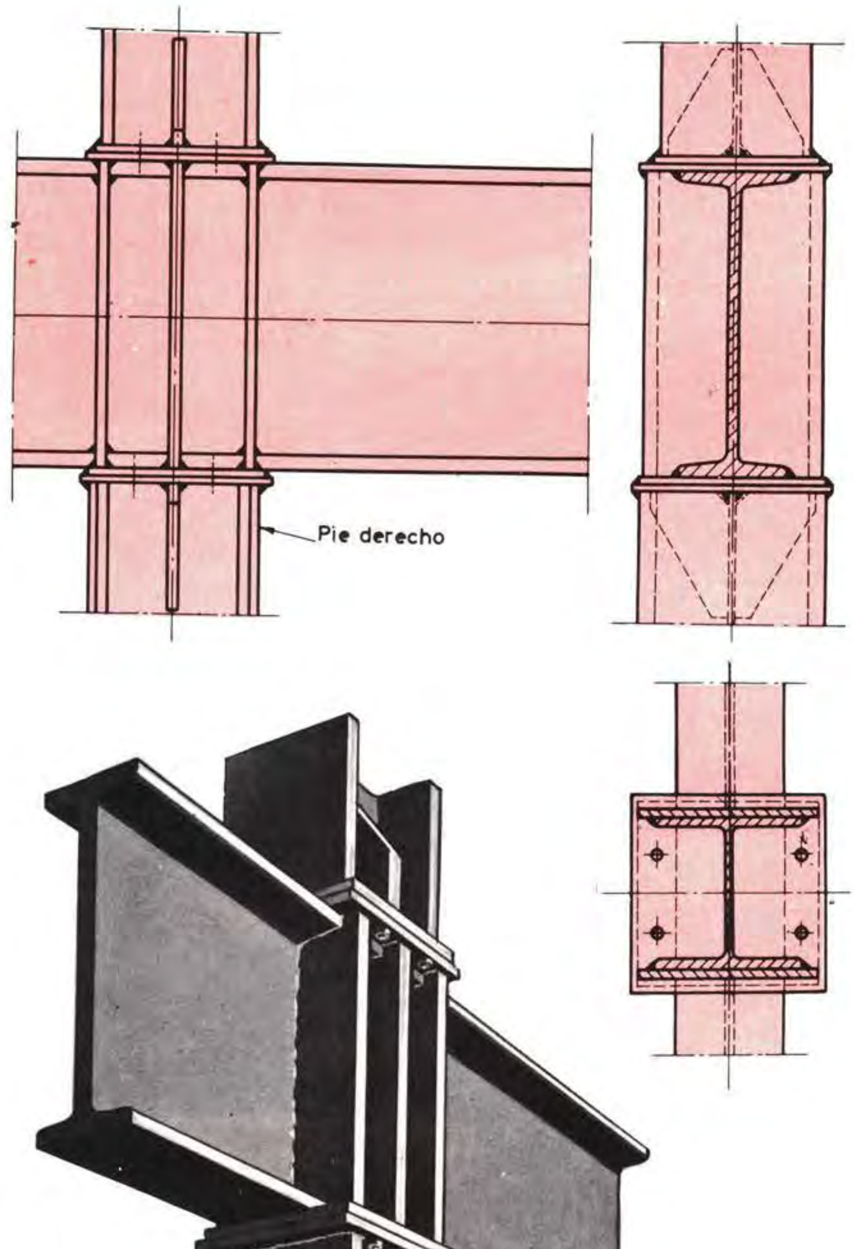
Si las condiciones constructivas no lo permiten, la viga puede unirse al pilar mediante cartelas en sentido horizontal.



ENLACE ENTRE VIGA Y PILAR

Esta es la representación gráfica del enlace entre pilar y viga con acartelamiento horizontal.

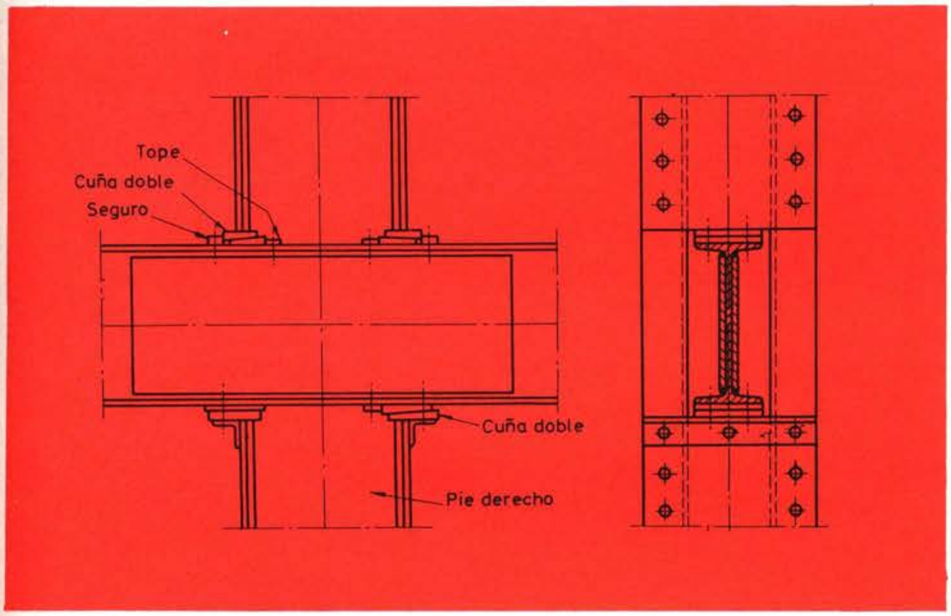
Los pilares suelen construirse con perfiles I de ala ancha (perfil Grey o Differdange). En el caso de vigas continuas, al tener menor anchura que la placa superior del pie derecho inferior y que la placa correspondiente del pie derecho superior, se enlazan por medio de un refuerzo soldado.



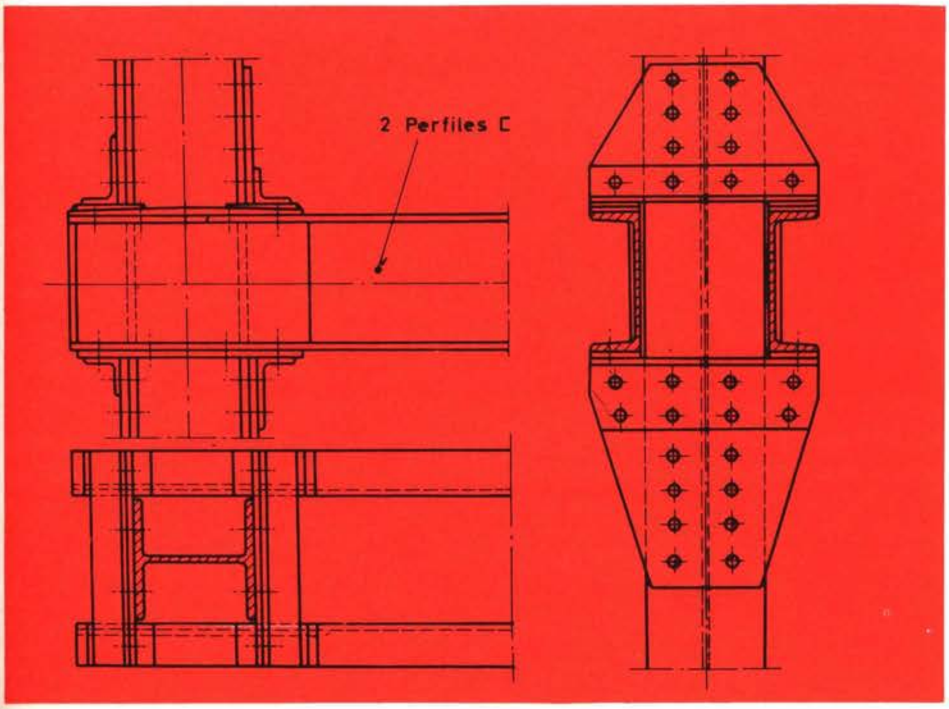
ENLACE ENTRE UNA VIGA CONTINUA Y UN PILAR DISCONTINUO

La viga tiene menos anchura que las placas de apoyo. La unión se establece a través de refuerzos verticales soldados que reparten equitativamente el empuje del pie derecho superior sobre la placa de apoyo inferior.

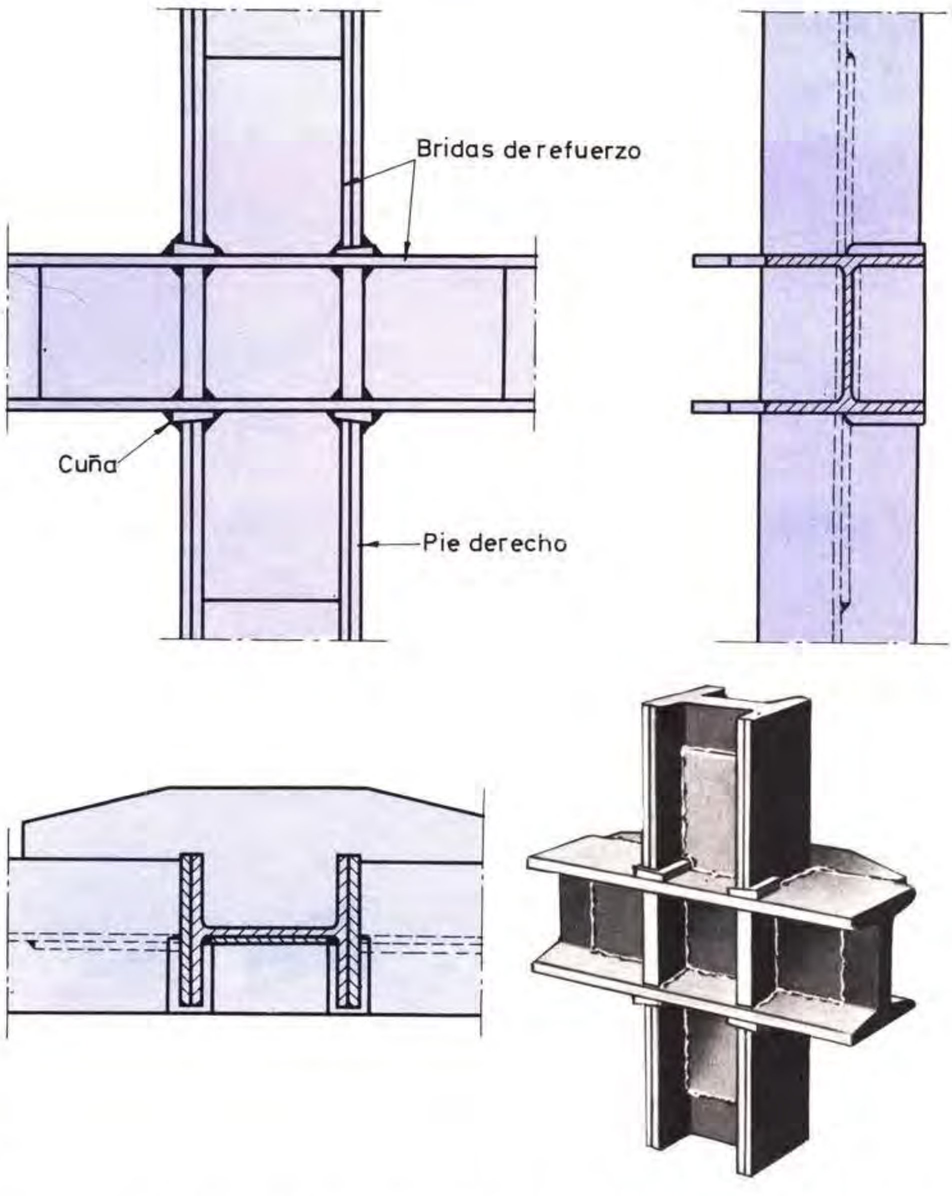
Observe ahora los tipos de encuentros entre vigas y pilares y los tipos de fijaciones entre ambos elementos por medio de cuñas y suplementos afianzados por roblonado y soldadura.



Enlace entre viga y pie derecho mediante cuñas y refuerzos roblonados y soldados.



Enlace entre una viga formada por dos perfiles U y un pie derecho discontinuo formado por un perfil I.



Enlace entre una viga I continua y un pie derecho I, discontinuo. Es una unión con cuñas totalmente soldada.

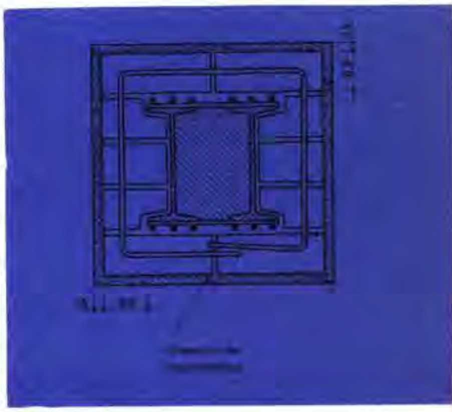
FORJADO Y REVESTIMIENTO DE LOS ENTRAMADOS DE ACERO

Las estructuras de entramado de acero sin revestir, tal y como son posibles en la edificación industrial, ponen de manifiesto de forma clarísima la ligereza del sistema de construcción, que sin duda es una positiva ventaja. Pero tienen, en cambio, muchos inconvenientes.

La falta de recubrimiento protector favorece la transmisión del calor a través de los elementos metálicos de la fachada, lo cual origina condensaciones y depósitos de partículas de hielo sobre los pies derechos y demás piezas metálicas en la parte del local cerrado, que finalmente conducen a la corrosión interior y exterior. Estas estructuras requieren un constante entretenimiento, con frecuentes pintados que resultan cada vez más costosos.

En construcciones muy extensas, cuando los entramados de acero van sin recubrir, se producen notables e inconvenientes tensiones por diferencias de temperatura. En los edificios comerciales y de viviendas el entramado metálico requiere un revestimiento resistente al fuego y que al propio tiempo lo proteja de la corrosión. Con relación a tales revestimientos y a sus espesores mínimos en los elementos metálicos de sustentación, existen reglamentos obligatorios (DIN 4.102).

Los pies derechos o pilares de acero con núcleo hueco o macizo pueden admitirse, sin más comprobación, como resistentes al fuego cuando están revestidos totalmente con hormigón ordinario o ligero, ladrillos (cerámicos, de cal y arena o de hormigón) o yeso.



Sección de un pie derecho con revestimiento de obra altamente resistente al fuego. El relleno del núcleo es de hormigón de gravilla.

Estos revestimientos deben asegurarse con estribos o ligaduras de alambre contra el desmoronamiento. Su espesor mínimo debe ser de 6 cm, incluido el enlucido con un recubrimiento mínimo de 3 cm, sobre los bordes más salientes de las alas de los perfiles. (DIN 4.102.) Si el revestimiento está formado por losas o placas, deben aparejarse con buena trabazón en las aristas o esquinas del pilar. El revestimiento no debe presentar abertura alguna. El hueco interior debe interceptarse a la altura de cada piso (por lo menos cada 4 m), de forma que estos taponamientos puedan resistir al fuego.

Las columnas de fundición pueden ir recubiertas por todo su alrededor con una capa resistente al fuego, que tenga por lo menos 5 cm de espesor.

Se consideran altamente resistentes al fuego, sin ninguna otra prueba especial, los pies derechos de acero con el núcleo macizo y el revestimiento correspondiente. (DIN 4.102.)

Al llevar a cabo el revestimiento de los pies derechos exteriores no sólo debe tenerse en cuenta el indispensable aislamiento térmico, sino también que la humedad no pueda llegar hasta las piezas de acero. Si los pies derechos deben ir revestidos con obra de fábrica sin revocar (ladrillo visto), habrá que emplear ladrillos recochos o de clinker, que se unirán con mortero de cemento. El rejuntado se hará con un mortero de cemento impermeabilizado o con un mortero de cal y cemento (una parte en volumen de cal, una en volumen de cemento y tres partes de arena). Los pies derechos no se pintarán; únicamente se recubrirán con mortero, sin dejar ningún punto sin protección.

Para el revestimiento y forjado de entramados metálicos es apropiada la obra de fábrica hecha con piezas pequeñas, o a lo sumo de tamaño normal. La razón está en que los laminados de acero pueden encajarse fácilmente en el aparejo. Además, los cuerpos de obra de fábrica realizados con piezas pequeñas son suficientemente elásticos para seguir los movimientos de la estructura sin que se formen grietas en ellos.



Detalle en perspectiva del mismo revestimiento

Si se revisten los pies derechos con hormigón de gravilla se produce, como en el caso del hormigón armado, un solo material compuesto, por ser aproximadamente iguales los coeficientes de dilatación de los dos materiales componentes; el hormigón puede contribuir con su resistencia a la compresión.



Revestimiento de jácena con ladrillos huecos y aplantillados



Jácena revestida con hormigón

Las jácenas se revisten con una protección contra el fuego, con obra de fábrica o de hormigón que cubre totalmente los laminados metálicos. Las superficies de las alas tienen que ir recubiertas, por lo menos, con 3 cm de revoque practicado con un mortero de cal y cemento o con un mortero de cal y yeso, armado con tela metálica. También pueden practicarse recubrimientos de igual espesor con arcilla cocida u otras materias de valor protector análogo.

El revestimiento de hormigón ordinario representa una importante carga adicional para las jácenas, que en la mayoría de los casos se traduce en un aumento de la sección de los laminados.

Para jácenas interiores se prefiere con frecuencia un revestimiento de yeso, armado con tela metálica. Para el revestimiento y forjado de las estructuras metálicas los materiales deben ser ligeros y buenos aislantes térmicos, sin contracciones de importancia que motivarían la formación de grietas. Los forjados, según sea su conductibilidad térmica, deberán emplearse o no con capas aislantes adicionales. El forjado empleado con mayor frecuencia en los entramados metálicos consiste en una pared de ladrillo hueco (de asta o de asta y media) y capa adicional de 2 ó 2'5 cm.

Proyectos 6

DISTRIBUCION RACIONAL DE LA COCINA ORDENACION DE W.C. Y CUARTOS DE BAÑO

Una de las grandes responsabilidades del proyectista está en que de su forma de proceder depende casi íntegramente el grado de perfecta habitabilidad de la futura vivienda.

La vivienda debe resultar cómoda, sea cual fuese su categoría. No por la razón de tratarse de un edificio de viviendas modestas debe desatenderse su comodidad. Si en tiempos pretéritos importó muy poco la racionalización de las distribuciones interiores, si las razones de higiene y funcionalismo de los distintos elementos que integran el mobiliario se tuvieron en olvido, no así en nuestros días, cuando el arte de construir se ha convertido en un factor social de primer orden.

El concepto vivienda no puede desligarse, desde un punto de vista social, del concepto hogar, o receptáculo propio para que en él pueda desarrollarse con el máximo de facilidades la vida de una familia.

Pensando así, es evidente que en toda vivienda existirán unas dependencias donde normalmente transcurrirán las horas de vida en común (comedor, sala de estar, etc.) y otras dependencias en las que se podrá atender a las operaciones propias del mantenimiento de esta familia. Entre ellas contamos como piezas fundamentales la cocina-office y el lavadero.

Ciertamente, este conjunto de dependencias es fundamental en todo hogar, máxime si consideramos que en ellas se realizan las operaciones destinadas a la alimentación y a la limpieza, y que por ello mismo son del dominio directo de quien hace del hogar causa de su vida y trabajo: la mujer.

No puede proyectarse la distribución de una cocina sin anteponer a toda consideración ulterior el pensamiento de que en ella trabaja una mujer en una tarea que merece una atención especial, para llegar a una ordenación racional tendente a disminuir al máximo el esfuerzo físico que representa la preparación de las comidas y la limpieza de los enseres propios del menaje de una cocina.

LOS TIPOS DE COCINA Y SU ORDENACION

Según el tipo de vivienda, las cocinas pueden catalogarse en tres tipos:

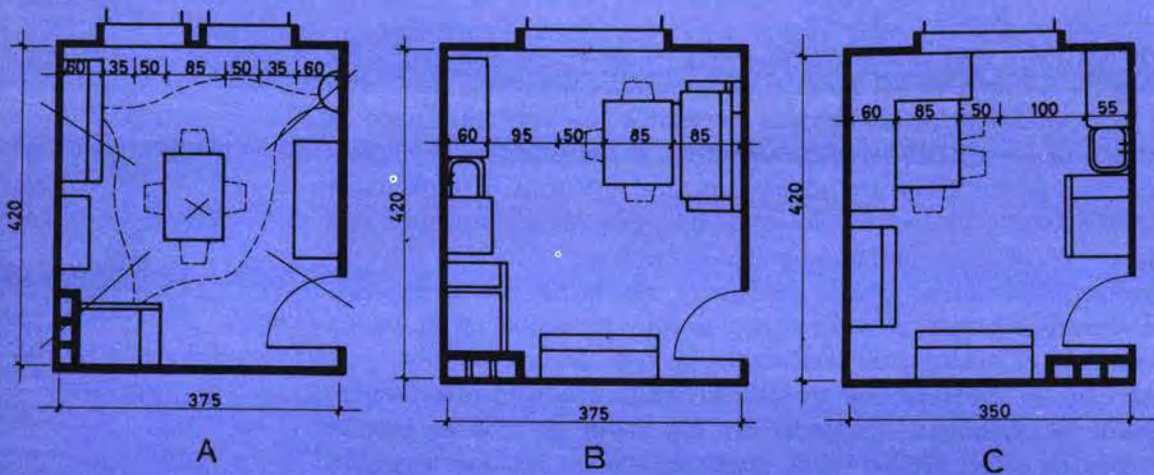
a) Cocina que forma parte de la estancia comedor. Es una solución que actualmente sólo se justifica en casos muy especiales y que a todas luces debe considerarse anticuada.

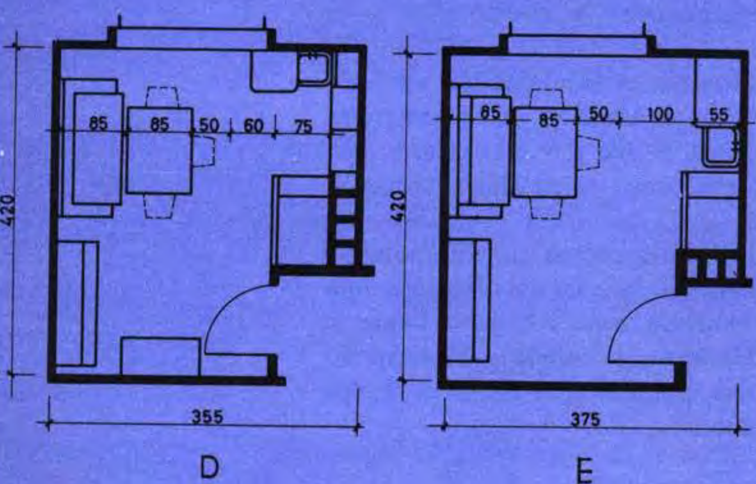
b) Cocina en nicho con libre comunicación con la estancia.

c) Cocina independiente por completo del resto de la vivienda.

El tipo anticuado de cocina que forma parte del comedor casi ha desaparecido; sólo se justifica en casos en los que las grandes dimensiones de la estancia reducen los inconvenientes de esta incorporación.

Inmediatamente damos la ordenación más comúnmente adoptada antaño para estas dependencias que englobaban a un tiempo la cocina y el comedor; y a continuación la transformación de esta ordenación en vistas a una racionalización de la misma.



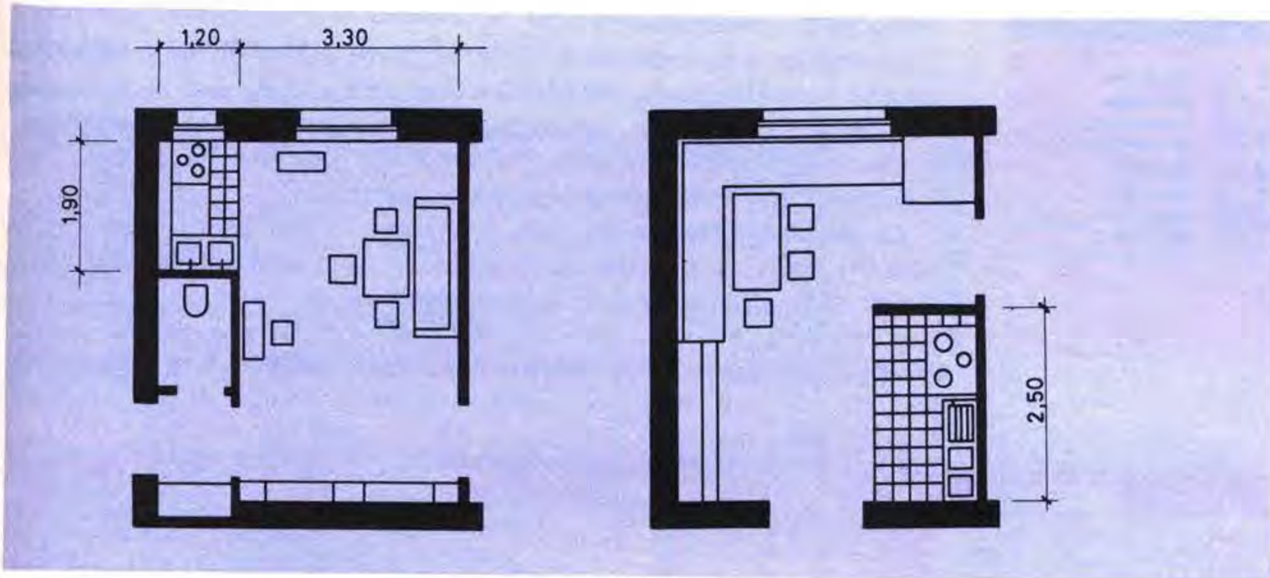


A)-Disposición característica de la estancia que reúne en una pieza cocina y comedor. La mesa central obliga a largos recorridos a su alrededor, lo que representa un trabajo lento y fatigoso.

B)-Las condiciones de trabajo se hacen mucho más favorables disponiendo el hornillo, los anaqueles de trabajo y el fregadero alineados en una misma pared. La mesa queda descentrada aprovechándose un divan para solucionar el asiento a dos comensales.

C)-Con un diván de rincón la solución es aún más perfecta. D) y E)-Disposición de los muebles cuando existe un recodo motivado por la existencia de un vestíbulo de entrada.

El tipo *b*), o sea el de cocina en nicho totalmente comunicada con el comedor, es más conveniente que el anterior por lo que de aprovechamiento de espacio representa. También aquí damos algunas ideas sobre su ordenación.



Dos cocinas en nicho. La primera corresponde a una vivienda mínima. El W.C. tiene instalado un tubo de ventilación. El diván es, en realidad, una cama plegable. La segunda pertenece a una casita de campo.

Veamos el tipo *c*). Es, sin discusión, el más ventajoso y el que actualmente encontramos en todas las viviendas, aun en las de tipo muy económico. Forma una estancia independiente, cuyas dimensiones deben estar en consonancia con la cantidad de trabajo a realizar en ella. Las dimensiones de una cocina, pues, dependen de la cantidad de personas que deben alimentarse, del número de personas que prestarán servicio en ella y de la importancia de las comidas a preparar.

Naturalmente, el dimensionado final de la cocina dependerá de las disponibilidades de espacio dadas por la planta general del piso a distribuir, pero como orientación pueden darse estas dimensiones aproximadas y suficientes.

Para una cocina familiar donde debe trabajar una sola persona (ama de casa) y para guisar para un número de comensales comprendido entre 2 y 5 personas .	2'10 × 3'00 m
Para cocina familiar (una persona a trabajar) y familia de 5 a 8 individuos . .	2'40 × 3'60 m
Para cocina familiar (una persona a trabajar) y de 8 a 12 comensales	3'00 × 4'25 m
Para cocina capaz para dos sirvientes y con posibilidad de preparar comida para 16 comensales	3'65 × 4'85 m

	Elementos
Preparación y cochura	Nevera Despensa Mesa servicio Fogón Mesa de preparación
Retirado, lavado y ordenado de la vajilla y cacharros	Mesa de recogida Fregadero Escurridor Armario para los servicios limpios

Cocina con dos sirvientes y capaz para alimentar hasta 25 comensales . . . . 4'25 × 6'00 m

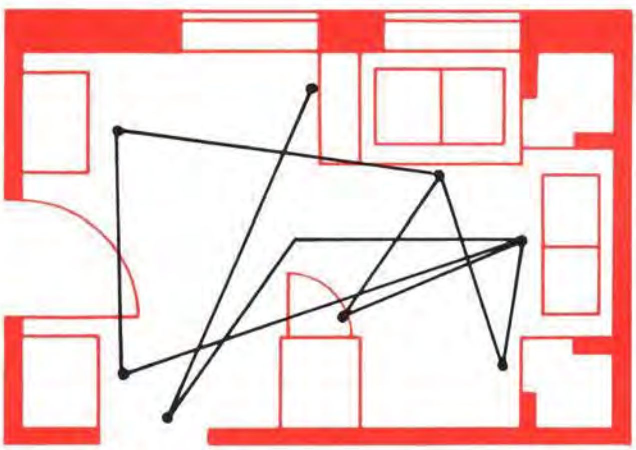
Repetimos que estas medidas no responden a ninguna norma universal. Son dimensiones aconsejables; sólo eso.

Como se deduce de estas medidas, la forma más racional de una cocina es la rectangular.

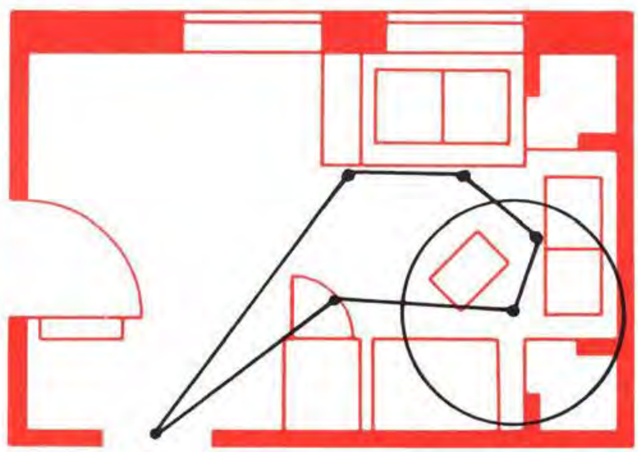
En cuanto a la ordenación, debe pensarse en las distintas operaciones que normalmente se realizan en una cocina, cada una de las cuales requiere sus unidades e instalaciones. Estos procesos, algo complejos, pueden compendiarse en dos. En una tabla resumiremos todo lo concerniente a procesos e instalaciones necesarias.

La colocación óptima de estos elementos será la que permita que el ciclo del trabajo se realice de forma ordenada, pasando de una operación a otra sin necesidad de pasos inútiles.

A título de ejemplo, vea dos distribuciones de una misma cocina. Observe la disposición que podríamos llamar tradicional y luego la ordenación racional de la misma. Es evidente el ahorro de pasos.



Ordenación corriente: MAL



Ordenación racional: BIEN



En una ordenación racional debe tomarse como norma general el hecho de que cada unidad esté colocada, en orden a las demás, en el sitio que le corresponde dentro del proceso de trabajo del que forma parte.

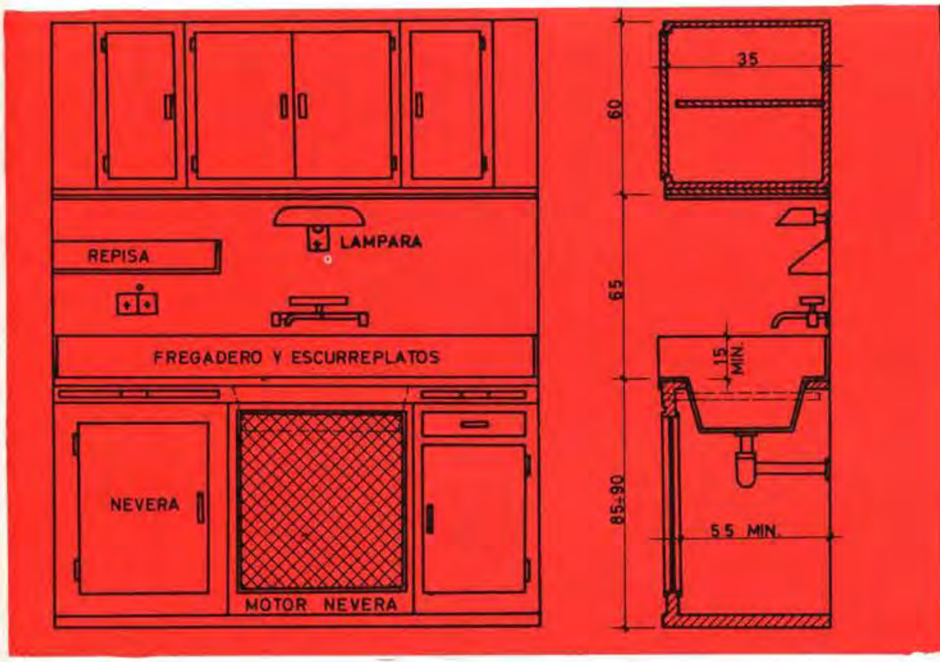
Respecto a las alturas convenientes, debe decirse que los anaqueles de trabajo, mesas, tablas corredizas, etc., no deben situarse ni demasiado altas ni demasiado bajas. Uno y otro exceso reportan un gasto inútil de energías derivado de no respetar la altura que exige el cuerpo humano para evitarle posturas incómodas.

Lo normal es que estos planos de trabajo (mesas, anaqueles, etc.) queden situados a una altura que alcance los 0'20 m por debajo de los codos de una mujer. En términos generales representa situar estos planos de 0'90 a 0'95 m por encima del nivel del suelo. Los fregaderos pueden situarse siguiendo esta misma norma o más bajos: 0'85 m aproximadamente.

La profundidad de estos elementos casi nunca sobrepasa los 0'60 m, para no encoger innecesariamente el espacio destinado a la circulación.

Todas estas preocupaciones las han vivido intensamente algunos arquitectos y empresas constructoras, que se han lanzado a la unificación de elementos para conseguir que la cocina más pequeña ofrezca al ama de casa la mayor comodidad, al tiempo que le proporcionan elementos de fácil limpieza de aspecto siempre agradable.

En este sentido es útil analizar un tipo americano de cocina unificada para viviendas de tipo reducido.



Cocina unificada según modelo americano

Un buen ejemplo es el armario unificado Gütersloher Küche, del cual proporcionamos una vista frontal y una sección.

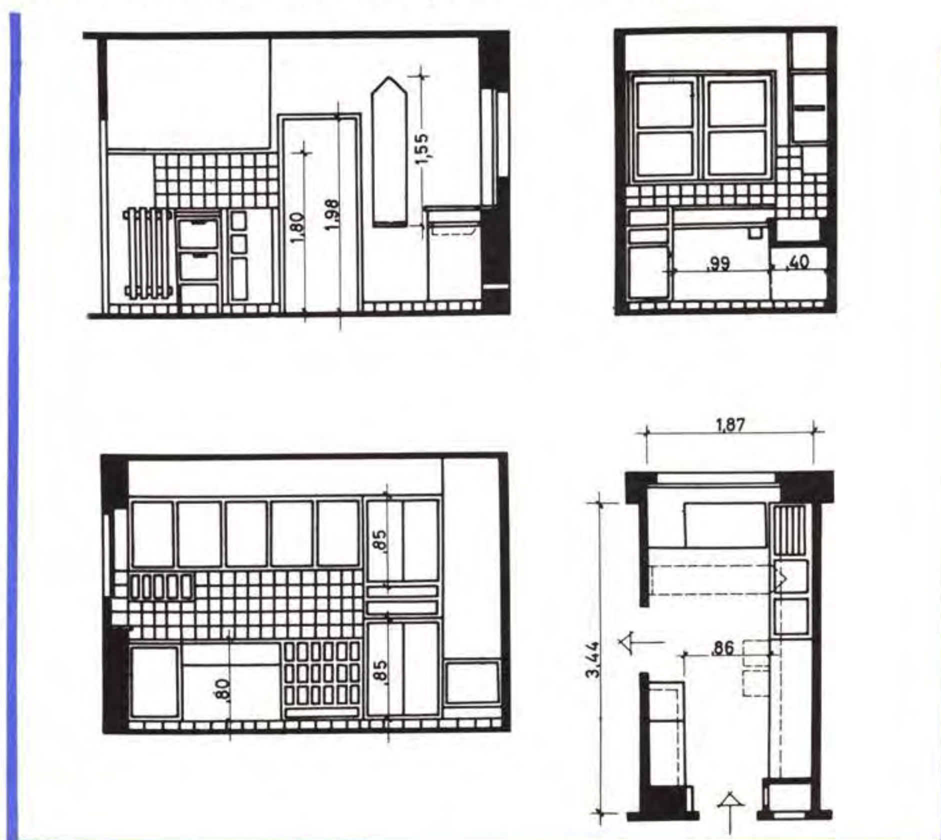


Italia y España, así como los demás países europeos, ofrecen soluciones muy notables en el mismo sentido.



Un bello modelo de cocina a base de muebles unificados, de fabricación española.

Una de las soluciones de ordenación racional óptima es la del arquitecto vienés Grete Dihotzky, quien proyectó la cocina de las viviendas unifamiliares de la ciudad jardín de Francfort.

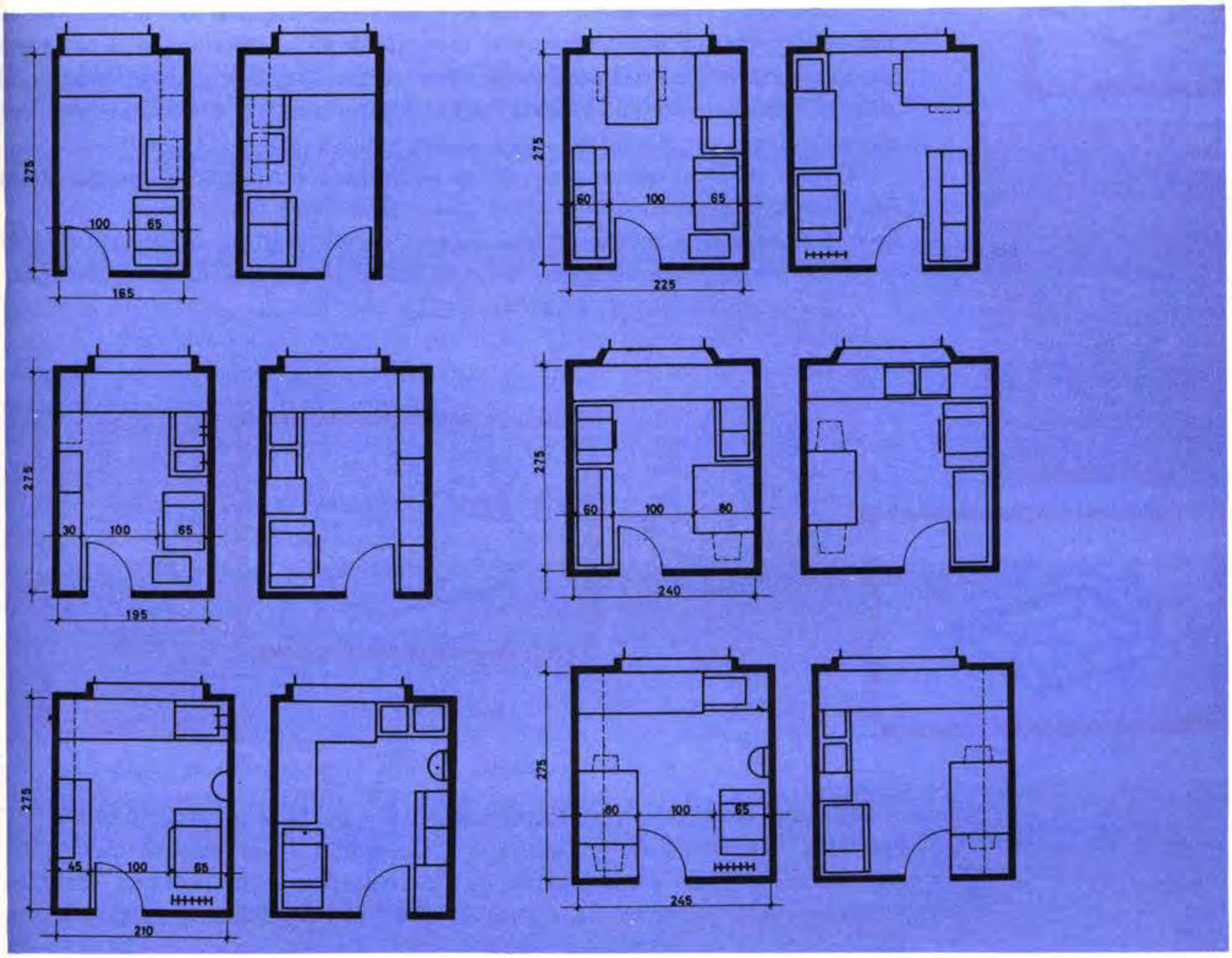


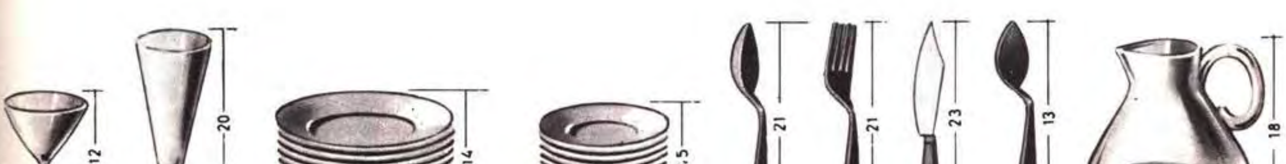
Cocina unificada de Francfort. En la pared que da al comedor queda acoplada la tabla de planchar.

Todos sus componentes se fabrican en el taller para ser ubicados luego en el conjunto, situado junto a una estancia con la que comunica, si así se desea, mediante puertas vidrieras, a través de las cuales la madre de familia puede vigilar el juego de sus hijos.

Con estas ideas por delante, creemos que puede sentirse capaz de ordenar el interior de una cocina. Acaso le falte un dato: el tamaño aproximado de los enseres más habituales, tanto para la cocina como para el servicio de mesa, ciertamente importante para poder proyectar los armarios, anaqueles y similares con el mínimo desperdicio de espacio.

Unos pocos gráficos le orientarán al respecto.





EL CUARTO DE ASEO

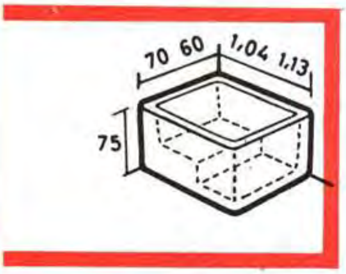
Con objeto de abreviar el recorrido de los desagües, es normal que los servicios sanitarios no se emplacen lejos de la cocina, atendiendo, claro, al factor higiene y proveyendo la ventilación y aislamiento necesarios para evitar la filtración de malos olores. Esta circunstancia, empero, depende mucho de la estructura general del edificio, así como de la categoría de los pisos o viviendas ubicados en él. Es frecuente encontrar pisos en los cuales se ha situado un W.C. con lavabo cercano a la cocina y un cuarto de baño, también con servicio de retrete, situado cerca de los dormitorios.

Empecemos por saber cuáles son los aparatos sanitarios normalmente empleados, así como sus dimensiones más comunes.

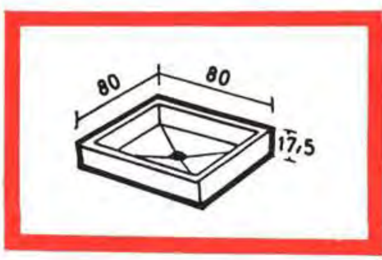
Claro que todas estas cuestiones han sido motivo de normalizaciones más o menos acertadas; y si bien también es cierto que la mayoría de fabricantes han adoptado medidas unificadas, debe recomendarse al proyectista que en cada caso particular se remita a los catálogos de cada marca.

Como medidas generales, aptas para todo proyecto, recomendamos las que siguen.

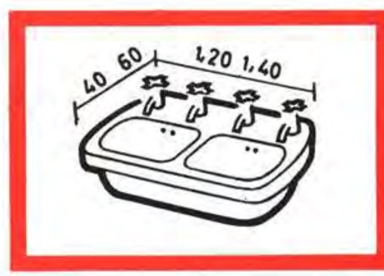














Veamos otra cuestión importante: no basta con situar todos los aparatos sanitarios en el interior del espacio reservado al cuarto de aseo o W.C. Debe considerarse que el usuario requiere unos espacios mínimos para servirse de ellos. En los gráficos adecuados puede ver cuáles son estos espacios.









IDEAS SOBRE LA ORDENACION DEL CUARTO DE BAÑO

Vamos a dar unas ideas muy simples sobre los detalles a considerar cuando deba ordenarse racionalmente un local para cuarto de baño. Son consideraciones dictadas por la lógica, pero que muchas veces no son atendidas por el proyectista.

Veamos:

a) El lavabo, siempre que sea posible, se colocará cerca de la ventana para que reciba una buena iluminación.

b) El retrete (inodoro) debe colocarse separado de la bañera o ducha, con una división que permita servirse de él aun en el caso de que otra persona esté bañándose o lavándose.

c) Cuando se instala bidet debe procurarse que quede situado inmediato al inodoro.

d) El inodoro se instalará lo más cerca posible del desagüe, para reducir al mínimo el injerto de evacuación de la taza inodora.

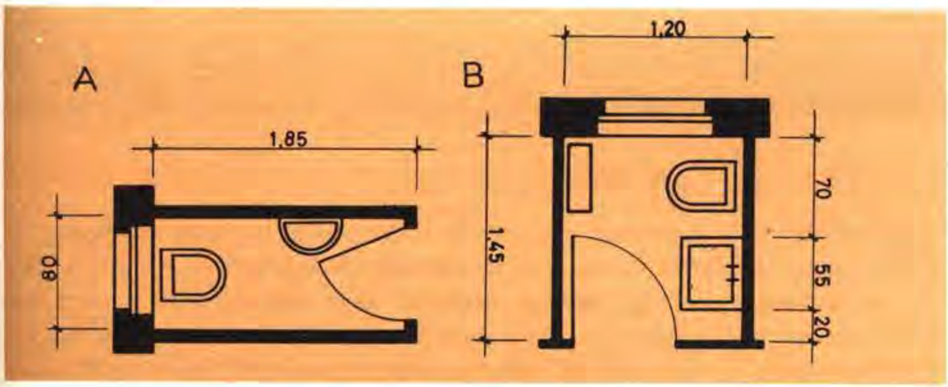
e) Es ideal que los locales destinados a los servicios higiénicos queden revestidos de material de aislamiento acústico.

f) Las puertas del cuarto de aseo, baño o retrete serán derechas o izquierdas; pero se abrirán siempre hacia adentro, evitándose que si inadvertidamente ha quedado abierta, la persona que ocupa el local pueda ser vista en seguida por quien pretenda entrar en él.

g) En cambio, en los retretes públicos, cuyas dimensiones son muy reducidas, es obligado que las puertas se abran hacia afuera. Así, una persona que sufriera una indisposición o desmayo y cayera al suelo podría ser auxiliada y no impediría con su propio cuerpo que la puerta se abriese.

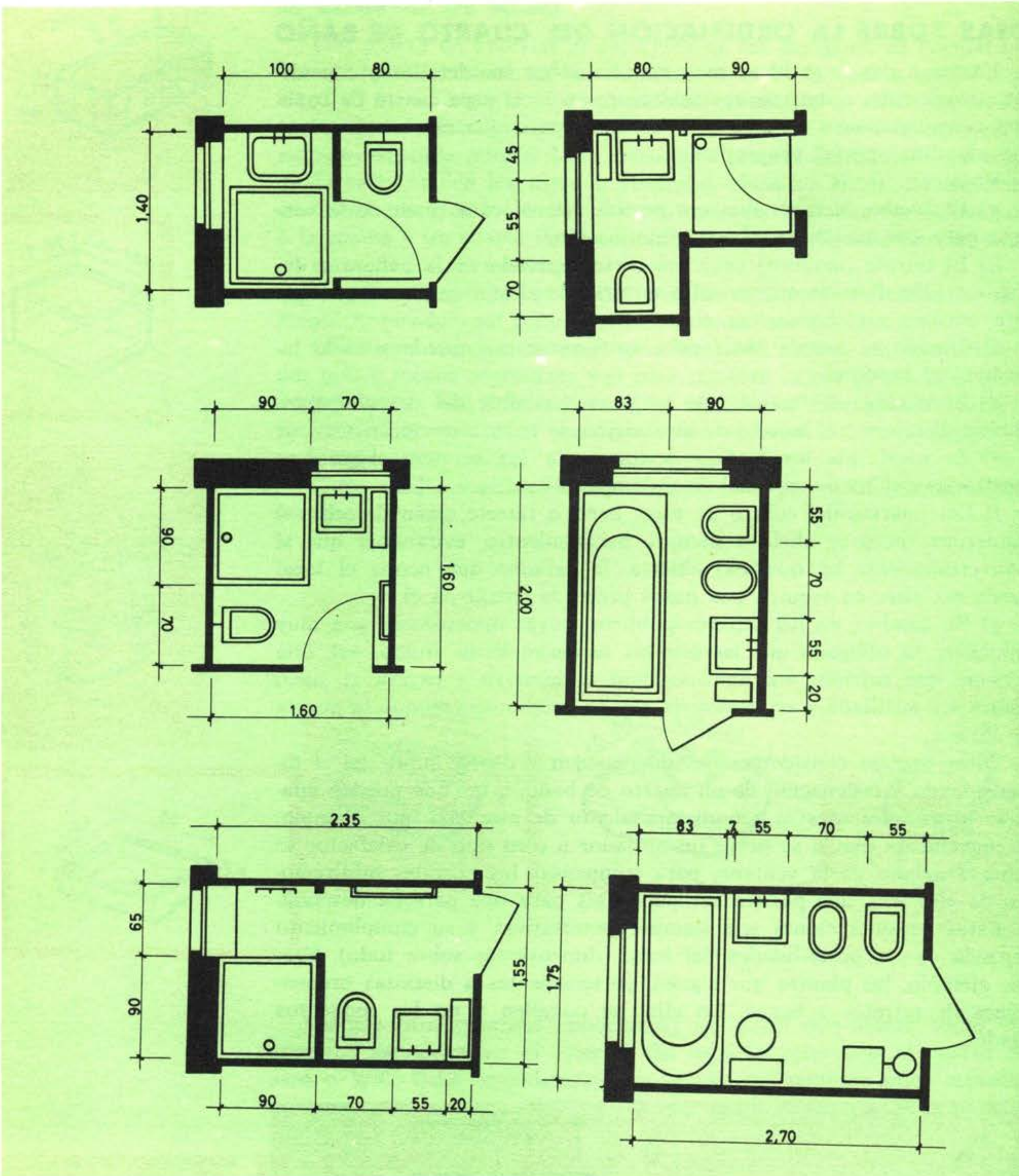
Estas son las consideraciones que pueden y deben influir en el dimensionado y ordenación de un cuarto de baño, a las que pueden añadirse otras referentes al acondicionamiento de aire. Así, por ejemplo, es conveniente que si se prevé un radiador u otro tipo de calefactor se coloque debajo de la ventana, para compensar las posibles infiltraciones de aire frío, que pueden ser peligrosas para una persona desnuda.

Estas consideraciones son siempre potestativas y su cumplimiento depende de las posibilidades del local (dimensiones sobre todo). Vea, por ejemplo, las plantas que siguen, pertenecientes a distintas ordenaciones de retretes y baños. En ellas se cumplen o no los requisitos citados.



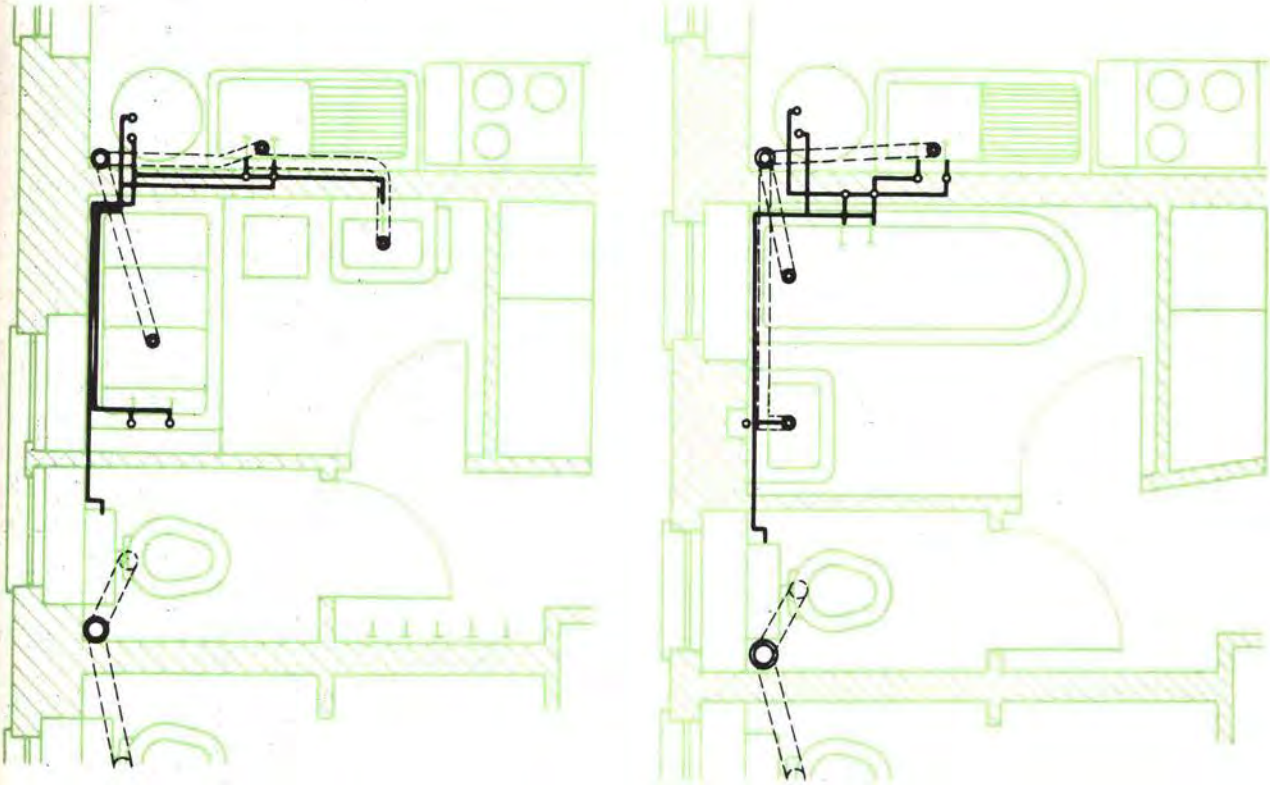
A)-Lavabo mínimo con inodoro y pila lavabo.

B)-W. C. y lavabo de tipo corriente. Frente al inodoro queda espacio para un armario o radiador de calefacción.



Finalmente, y haciendo referencia al principio de este apartado, reproducimos la planta de un cuarto de baño inmediato a la cocina. Son dos soluciones para un mismo espacio: una con bañera y otra con baño de asiento, cada vez más introducido en viviendas modestas y de tipo medio. A observar en estas plantas lo racional de la ordenación,

que en este caso permite también un gran ahorro en los trabajos de fontanería. Esta unificación de los desagües permite señalar previamente la situación de las zonas por donde pasarán conducciones; el fontanero tiene la oportunidad de preparar y acoplar en el taller buena parte de las tuberías, cuya disposición debe estudiarse desde el primer planteo del proyecto; es el sistema de conseguir que su longitud quede reducida al mínimo posible. Observe al respecto cómo el calentador se ha situado entre la bañera y el fregadero de la cocina. Con ello se han acortado las conducciones de agua caliente. En las instalaciones más económicas se prescinde de agua caliente en el lavabo, que podrá obtenerse del grifo del baño.



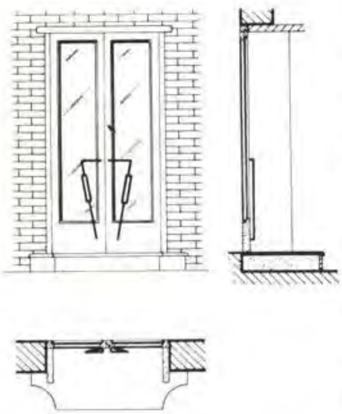
Prácticas de dibujo en construcción 7

DIBUJOS DE ARQUITECTURA CON PLANOS DESTACADOS

LAS SOMBRAS EN LAS PROYECCIONES ORTOGONALES

Sabemos perfectamente las posibilidades del dibujo técnico como sistema de representar las formas conservando sus proporciones exactas. Son suficientes para que el iniciado en estas cuestiones pueda *leer* con facilidad todas las características morfológicas e incluso constructivas de lo representado en el plano.

Esta interpretación fidedigna de una forma por medio de un plano requiere, muchas veces, cotejar dos o más proyecciones, e incluso dos o más secciones, sin las cuales una misma proyección (una fachada, por ejemplo) admitiría interpretaciones distintas.



La interpretación exacta de la forma de la puerta viene dada por las dos secciones referidas al alzado frontal.

Si, pues, el profesional difícilmente puede interpretar con exactitud los detalles de forma en la proyección ortogonal de un objeto cuando no dispone de otras proyecciones o secciones a ella referidas, podemos imaginar el problema que supone esta misma interpretación por parte de una persona no entendida en dibujo técnico, persona que por regla general acostumbra ser el cliente.

Existen otros sistemas representativos que proporcionan una visión más real del proyecto (perspectivas y maquetas principalmente); pero la verdad es que por múltiples razones no siempre es posible dibujar o modelar por estos sistemas todos los detalles importantes que pueden encontrarse en un proyecto.

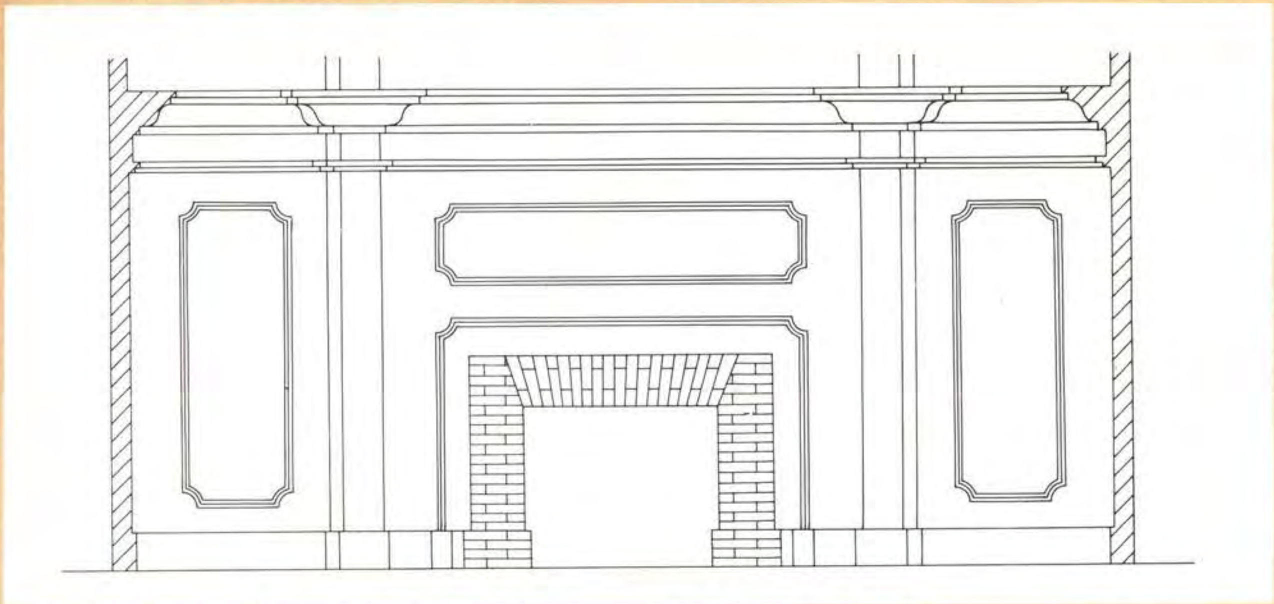
Para salvar en parte el inconveniente de la difícil interpretación de las formas a partir de una proyección ortogonal puede recurrirse a algunos trucos que, sin disminuir la condición de técnico referida al dibujo, le proporcionan una cierta sensación del relieve, al separar los planos más avanzados de los que están inmediatamente detrás.

TRES ACABADOS

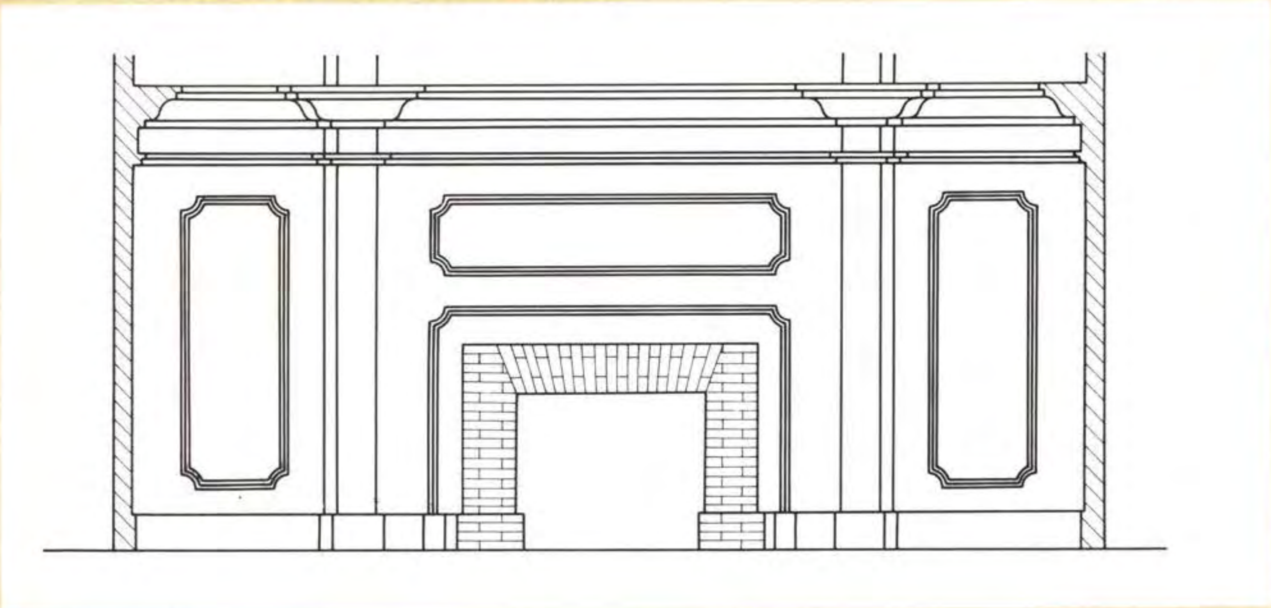
Un dibujo técnico será perfecto cuando todas y cada una de las líneas trazadas respondan a esta perfección; pero sin apartarnos de tan importante calificativo, sabemos que un plano de arquitectura puede tener una u otra personalidad. Todo depende del delineante que lo haya trazado.

Difícil es, desde luego, catalogar los planos por estilos —que, en realidad, más que estilos son formas de acabado—; pero, a grandes rasgos, podemos decir que una proyección ortogonal puede responder a tres formas fundamentales de expresión técnica:

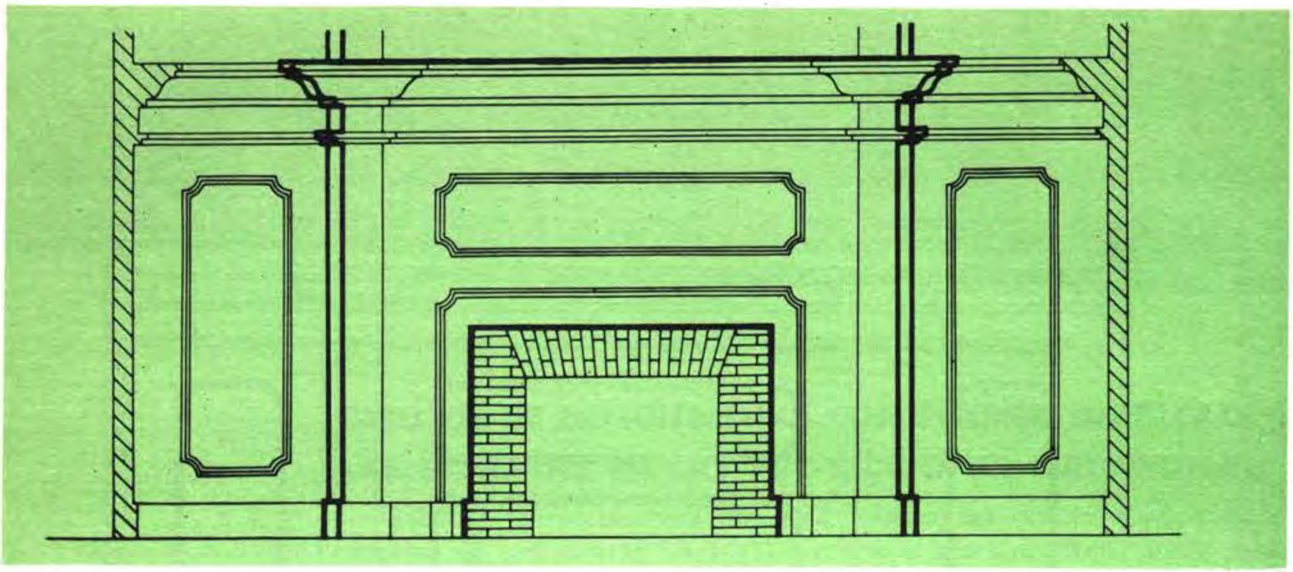
a) Dibujo con línea fina. Estos dibujos proporcionan una gran sensación de pulcritud, pero requieren mucha precisión en el manejo del tiralíneas. Todas las aristas tienen el mismo grueso y por ello podemos decir que es el estilo que conviene a un plano cuando en él juzgamos la exactitud en las medidas.



b) Dibujo con línea vigorosa. Aquí, ciertamente, se consigue una mayor fuerza expresiva; pero habida cuenta de que se pierde en precisión, sin que por ello se consiga la más mínima sensación del relieve, debe considerarse como estilo poco conveniente.



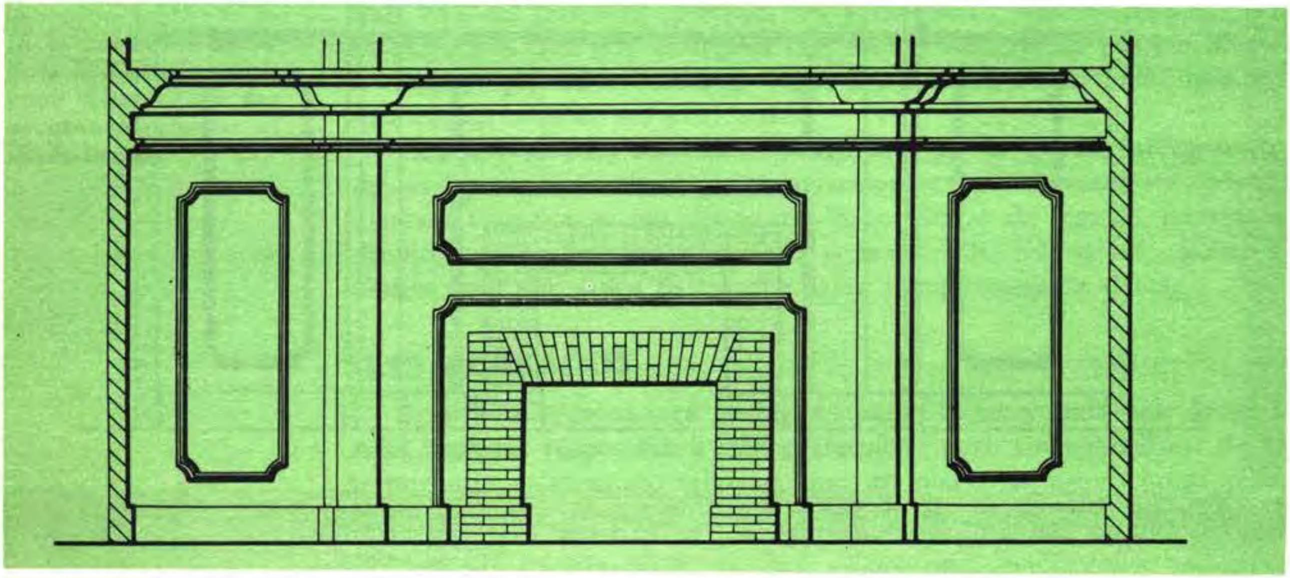
c) Dibujo con limitación de planos. La dificultad que encontramos en las proyecciones ortogonales para la interpretación de las formas se centra en el hecho de que las superficies que pueden encontrarse a profundidades distintas, respecto el plano de proyección, quedan relativas sobre él.



Si en una proyección hacemos que destaquen las aristas que limitan aquel plano que nos interesa separar del que queda inmediatamente detrás de él, en el dibujo aparece una cierta sensación de relieve.

Algunas veces no es estrictamente un plano lo que se destaca, sino una forma completa. En estos casos, la línea reforzada forma un marco que recorre la totalidad de los límites de la forma a destacar del resto de la proyección.

Es una fórmula aceptable, aunque creemos más conveniente actuar de otro modo, que consiste en reforzar las aristas que corresponden a los límites de los planos que quedarían en sombra supuesta una determinada dirección de la luz.



Este procedimiento, además de destacar los distintos planos del dibujo, proporciona una mayor sensación de realidad.

Trabajando así, lo que debe tenerse muy en cuenta es la dirección supuesta para la luz, cuidando mucho no equivocarse en el sentido de reforzar una arista perteneciente a lo que sería un plano iluminado.

PROYECCION ORTOGONAL DE LAS SOMBRAS

Vea ahora una misma proyección, solucionada según los sistemas de acabado que hemos enumerado.

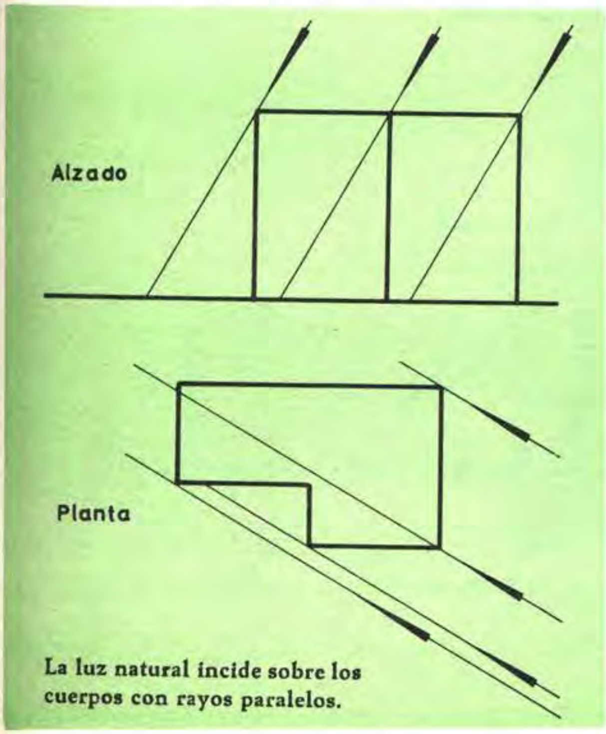
La manera más eficaz de lograr que en una proyección ortogonal exista una auténtica sensación de relieve consiste en proyectar no sólo los límites de los distintos planos, sino también las sombras que estos mismos planos proyectan.

Veamos cómo:

Primero determinamos si la supuesta iluminación se deberá a la luz natural (sol) o a una luz artificial. Lo primero convendrá cuando se trata de proyecciones que representan objetos situados al aire libre; lo segundo cuando se trate de interiores en los que no interese demostrar de una manera especial el efecto de luz que proporcionan los vanos que en ellos puedan figurar.

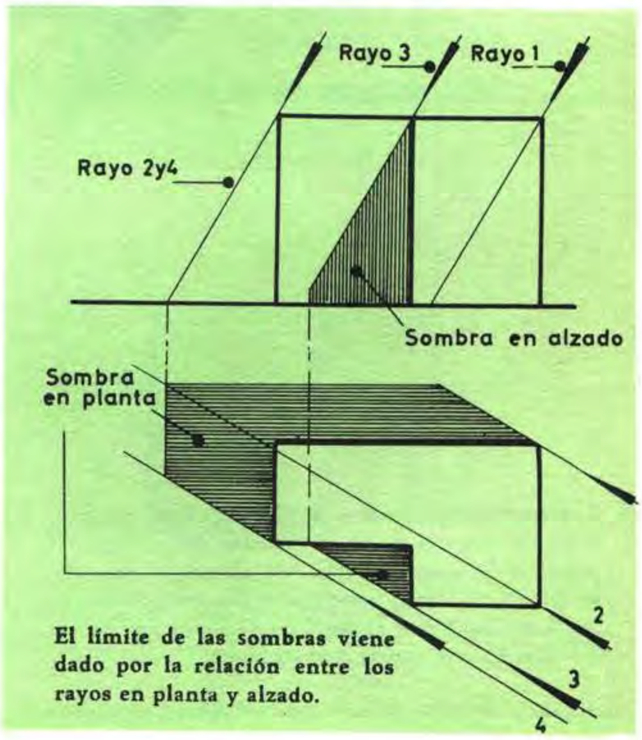
Es de suponer que disponemos de una planta y de los correspondientes alzados y secciones. Sobre ellos debemos trabajar, aunque, a fuer de sinceros, debemos decirle que lo más normal es que el proyectista que ha adquirido una buena práctica en estas cuestiones prescinda de muchas de las operaciones que ahora verá ejecutadas y trabaje con la ayuda de su imaginación, que, naturalmente, no le engaña, pues se apoya en una práctica adquirida a base de trabajar muchas veces como ahora vamos a hacerlo.

PRIMERA CONSIDERACION



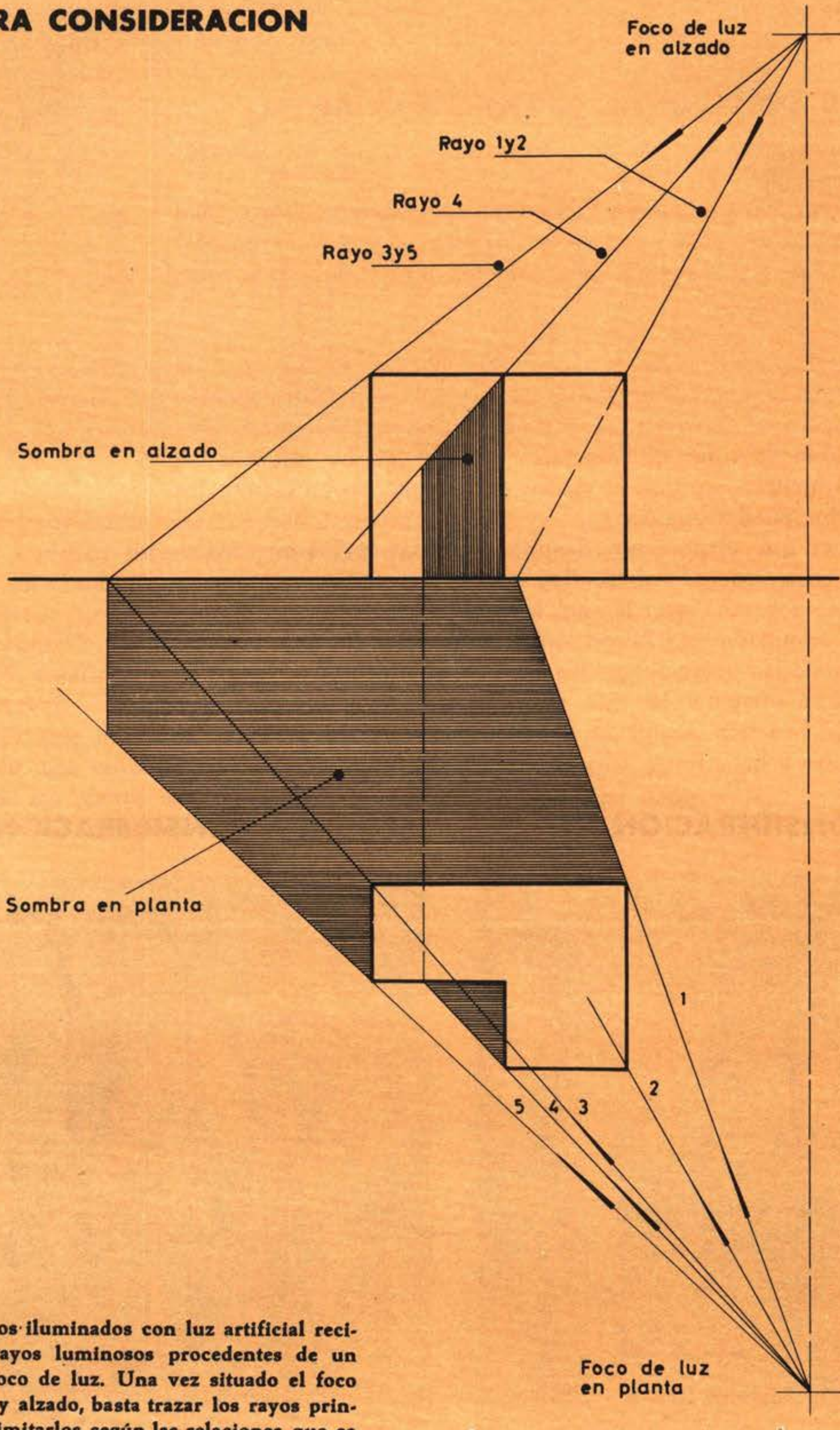
La luz natural incide sobre los cuerpos con rayos paralelos.

SEGUNDA CONSIDERACION



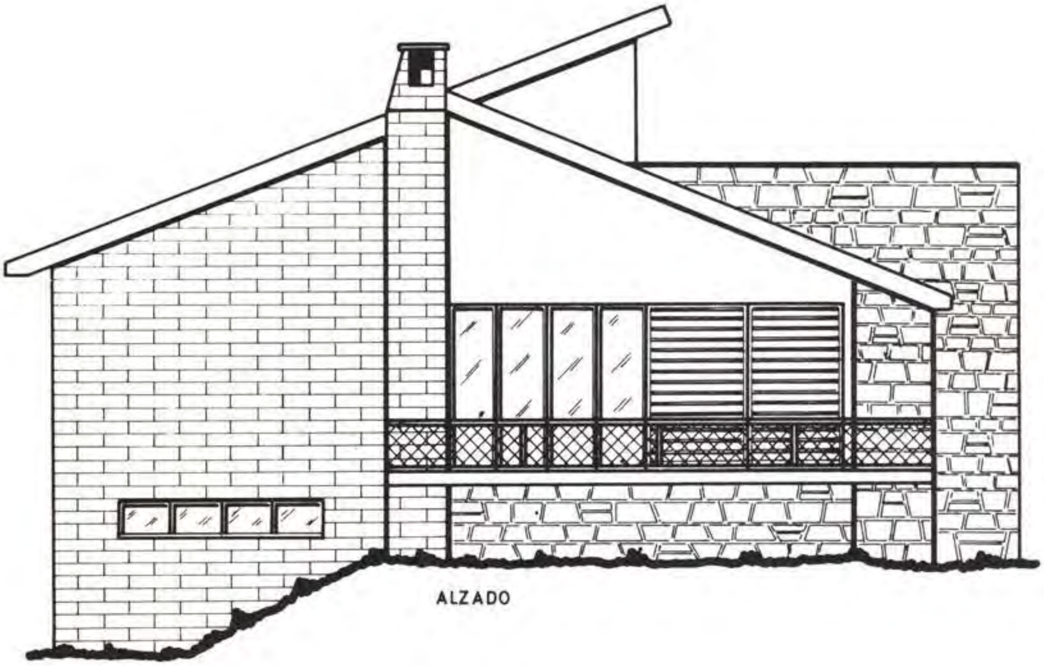
El límite de las sombras viene dado por la relación entre los rayos en planta y alzado.

TERCERA CONSIDERACION

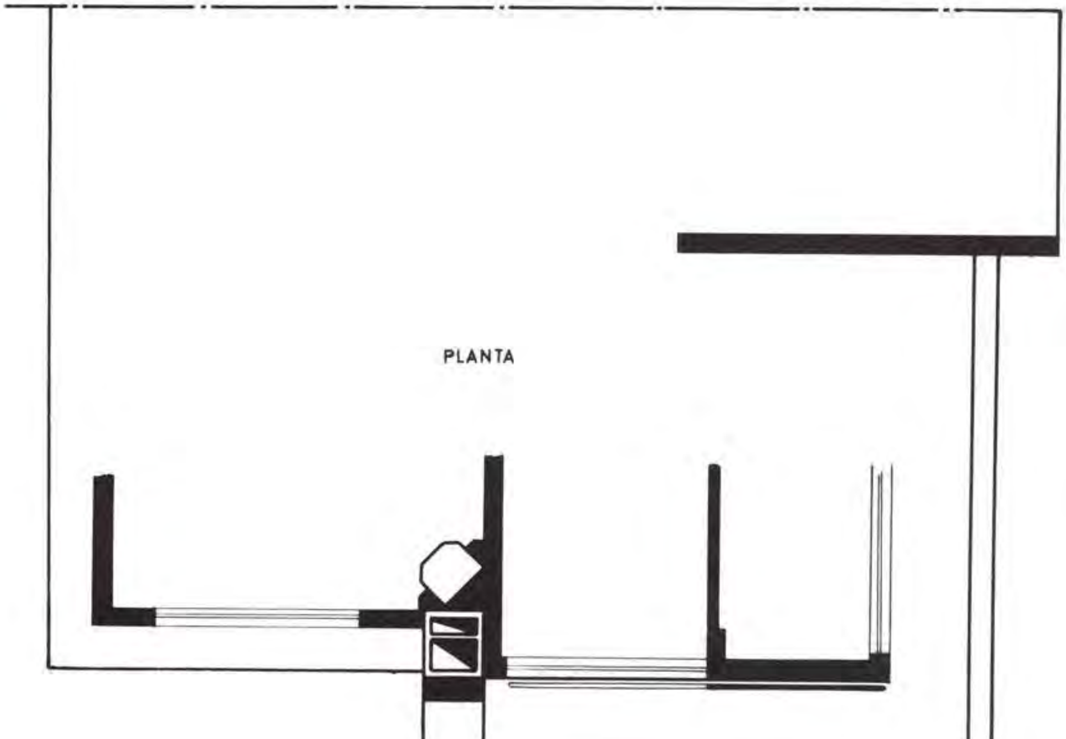


Los cuerpos iluminados con luz artificial reciben los rayos luminosos procedentes de un punto o foco de luz. Una vez situado el foco en planta y alzado, basta trazar los rayos principales y limitarlos según las relaciones que se adviertan entre ambas proyecciones.

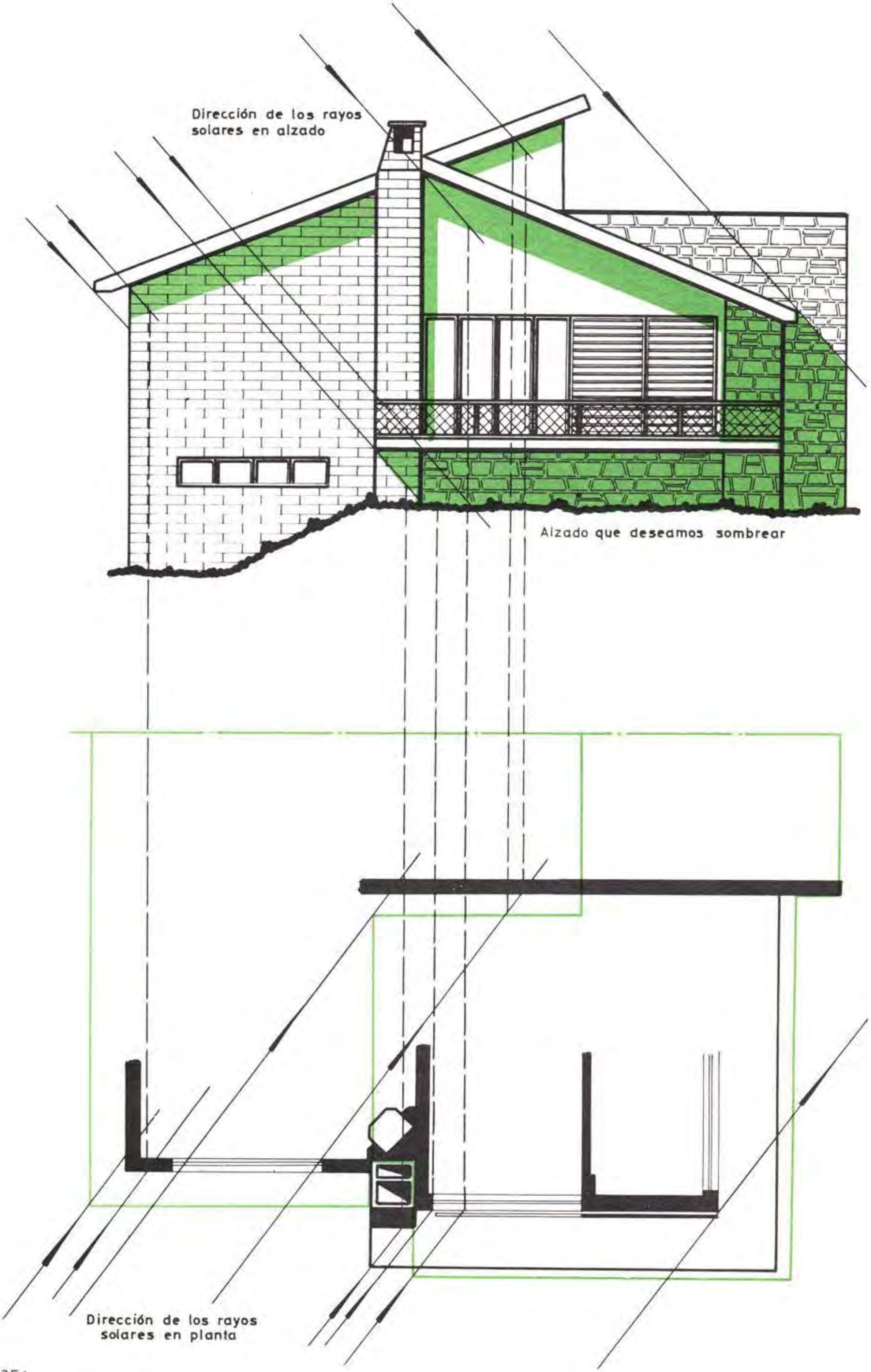
DETERMINACION DE LAS SOMBRAS EN UNA VISTA EN ALZADO (CHALET)



ALZADO



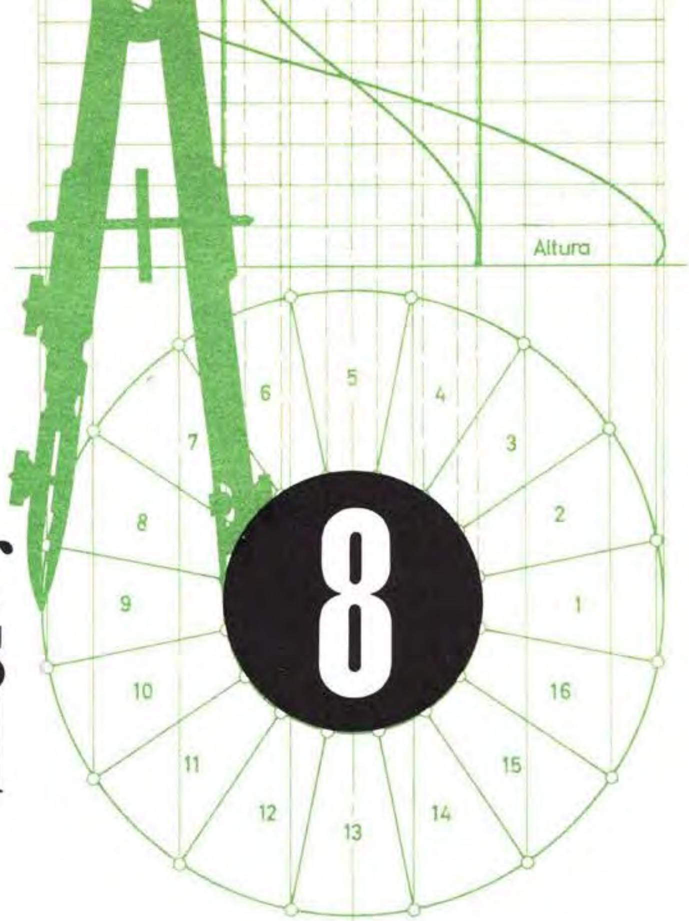
Indicación en planta de los entrantes y salientes determinadas por muros y tejados


Dirección de los rayos
solares en alzado
Alzado que deseamos sombrear
Dirección de los rayos
solares en planta

DC 23
DG 40

Proyectar es fácil

8





AFHA

CONSTRUCCION

Lección 6
TECNOLOGIA
Forjado de pisos:
Suelos. Características y tipos
Bovedillas

Lección 8
PRACTICAS DE DIBUJO
Forjado de un suelo de madera

Lección 7
PROYECTOS
Proyectos de interiores en
proyección ortogonal

Forjado de pisos



Tecnología y cálculos de la CONSTRUCCIÓN 6

SUELO

Se llama suelos a los conjuntos de elementos destinados a separar o dividir un edificio en planos horizontales, constituyendo, a la vez, cada una de estas separaciones el techo del piso inmediatamente inferior.

En líneas generales, el suelo consta de las siguientes partes:

a) Pavimento, que forma la capa horizontal superior del suelo; es decir, la parte que está sometida directamente al desgaste por el tránsito.

b) Capa de aislamiento, situada entre aquél y el suelo propiamente dicho.

c) Suelo propiamente dicho, que constituye la parte resistente o entramado.

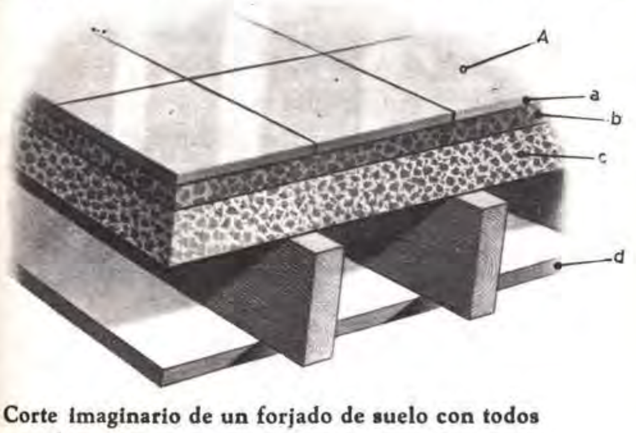
d) Cielo raso, que es una capa cobertora de la parte inferior del suelo. Sin embargo, el cielo raso no es privativo de todos los suelos.

CONDICIONES DE UN SUELO

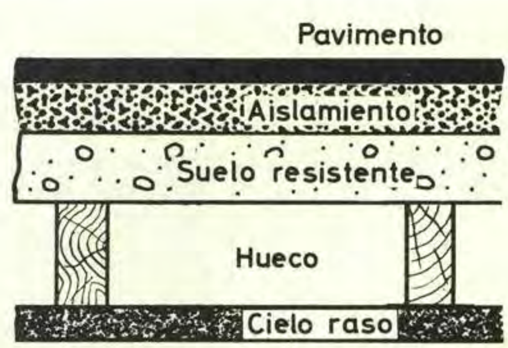
Las características de un suelo dependen de las mayores o menores condiciones que reúna para el fin a que se destina.

Las condiciones básicas de un suelo están en función de las siguientes cualidades:

1. Resistencia suficiente.
2. Reducida altura.
3. Seguridad contra el fuego.
4. Impermeabilidad.
5. Atermancia.
6. Aislamiento acústico.
7. Horizontalidad.
8. Resistencia al cimbreo.



Corte imaginario de un forjado de suelo con todos sus elementos.



Corte del dibujo

No es preciso que definamos cada una de estas condiciones o cualidades, toda vez que la propia o propias palabras empleadas son suficientemente elocuentes.

Diremos tan sólo, como aclaración a alguna de ellas, que entenderemos por impermeabilidad su grado de resistencia u oposición al paso del agua o líquidos. Atermancia es, a su vez, la resistencia al calor. En cuanto a horizontalidad, además de lo que la propia palabra indica, debemos entender su carencia de ondulaciones o defectos.

En hospitales, cámaras musicales u otras construcciones especiales, el aislamiento acústico y la seguridad contra el fuego exigen un estudio especial a fin de darles un mayor coeficiente de seguridad que lo que es norma, a causa, como es lógico, de las máximas garantías que deben reunir.

CLASIFICACION DE SUELOS

En atención a los materiales de que están constituidos, podemos clasificar los suelos del modo siguiente:

Suelos de madera		Suelos de hierro	Suelos de material	
	Madera			Hormigón
	Madera y hierro			Cerámicos

Lo cual no impide que los suelos de cada uno de estos tipos puedan estar formados en parte por los de otros tipos.

Examinaremos a continuación estas diferentes clases de suelos.

SUELOS DE MADERA

En los suelos de este material el envigado es de madera, y asimismo el forjado de suelos.

En los países donde abundan los árboles maderables dicho tipo de construcción resulta económico. Son de rápida y sencilla ejecución, aislamiento y belleza; cualidades todas ellas que llegan a compensar otros defectos, a saber: escasa resistencia, tendencia al alabeo y facilidad de albergar insectos. La protección contra el fuego requiere intermedios refractarios entre el pavimento y el entramado, así como un cielo raso que por la parte inferior proteja a su vez contra ese peligro, al mismo tiempo que sea aislante térmico y acústico.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que si el aire no llega a la madera, favorece la putrefacción y el hongo casero.

Lo mismo podemos decir de las cabezas de las vigas empotradas en la fábrica.

Por estas causas, los suelos de madera son harto sensibles a la acción del tiempo.

Veamos ahora, tecnológicamente, el forjado de los diferentes tipos de suelos de madera analizados hacia el dibujo de la construcción.

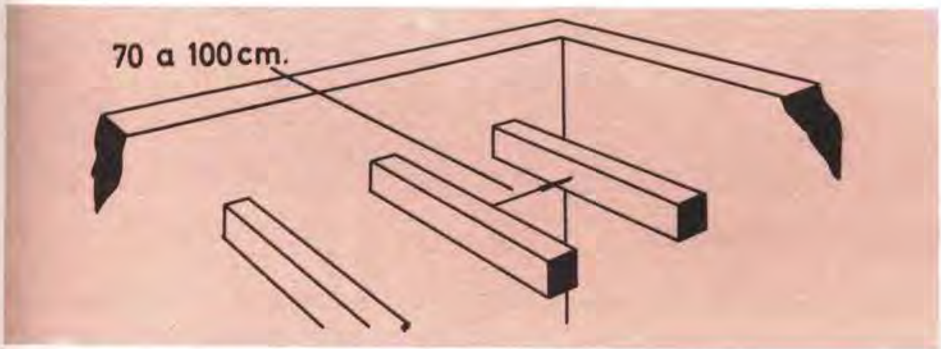
ENVIGADO

Se da el nombre de envigado al conjunto de vigas que forma el tramado horizontal sobre el que descansará el suelo.

ORGANIZACION DEL ENVIGADO

Las vigas se sitúan paralelas. La distancia entre ellas depende de las cargas que hayan de soportar, y está comprendida entre 70 y 100 cm como norma general.

Las luces de vigas no son superiores a 5 ó 6 m como máximo, para evitar secciones demasiado grandes que además de hacer el suelo excesivamente pesado lo encarecerían.



Vista de un ángulo de pared con las vigas empotradas.

APOYO DE LAS VIGAS

El modo como descansan las vigas en los muros puede ser de dos formas: como vigas empotradas y como vigas apoyadas.

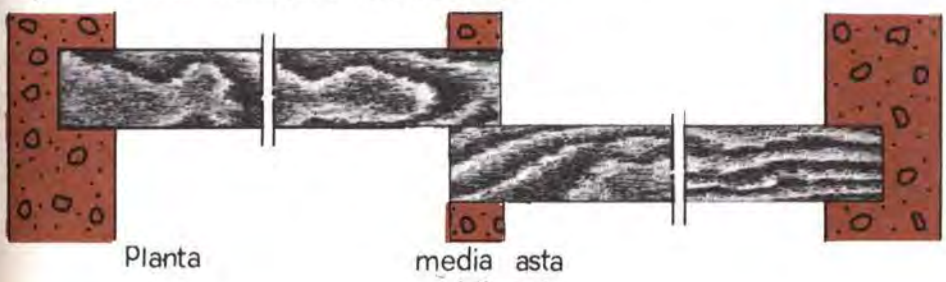
VIGAS EMPOTRADAS

Partiendo de la base de que la madera no debe estar en contacto con el material, para evitar la putrefacción consiguiente, el empotramiento no es recomendable; y por tanto es poco empleado si no es con las debidas protecciones, como son aislamientos de cinc o asfálticos, etc.

El empotramiento de las vigas, como norma, no es inferior a su altura, siendo igual para edificios destinados a vivienda y superior para edificios públicos o industriales.

En paredes de media asta la entrega se ve obligada a ocupar todo el tizón, en cuyo caso las vigas se yuxtaponen.

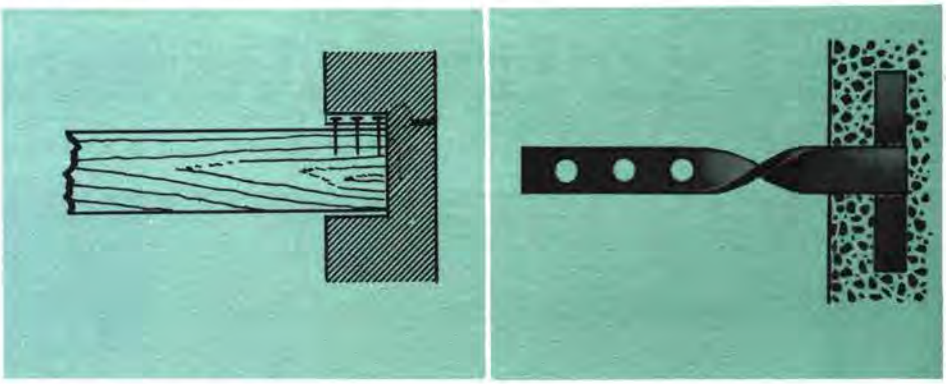
En muros no muy gruesos la viga puede profundizar, con tal que deje como mínimo media asta del muro.



Modos de encabezar las vigas en los muros de carga.

ANCLAJE DE VIGAS

Aclarado que las vigas no pueden ir unidas directamente al muro, especialmente por su testa, dichos elementos no hacen más que una parte de su trabajo, que es el de soporte de los suelos. Deben hacer también el de trabazón del edificio, para lo cual se emplea el anclaje que consiste en sujetar al muro una de cada tres o cuatro vigas por medio de unos hierros en forma de T.



La cabeza de la viga debe entrar en el muro por lo menos su altura.

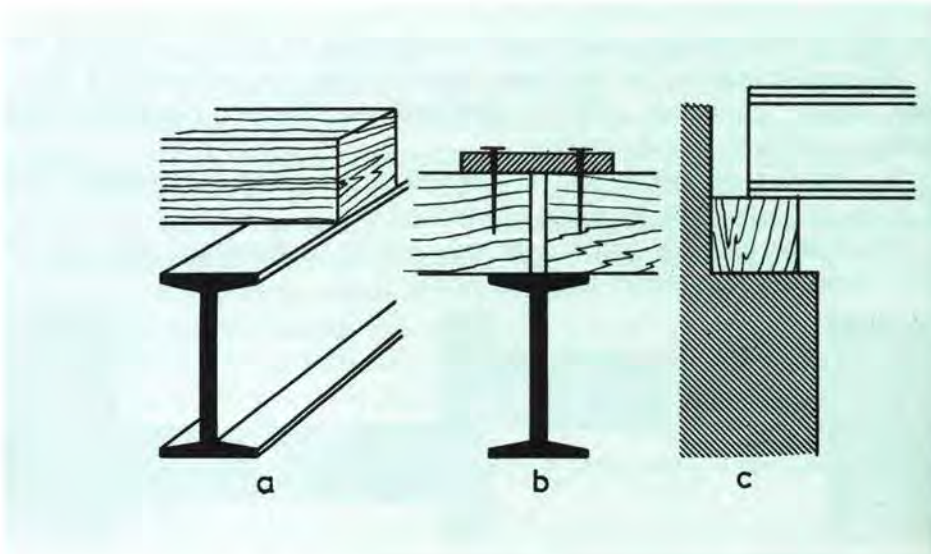
VIGAS APOYADAS

Otro modo de soportar las vigas de entramado es por apoyo, el cual puede tener lugar en zarpas del propio muro o más frecuentemente en jácenas metálicas en U o T.

En el caso de vigas apoyadas en zarpas, el apoyo no es directo en la obra, sino por medio de durmientes especiales.

Las vigas apoyadas en perfiles laminados son las más empleadas. Pueden ir sobre todo el perfil o encajadas entre éstos, con lo cual el apoyo recae en la aleta inferior.

La sujeción se consigue con lañas, piezas de hierro sencillas que las unen.



Diferentes sistemas de apoyar las vigas.

a) Viga de madera apoyada en perfil laminado.
b) Laña uniendo dos vigas de madera.
c) Viga apoyada en la zarpa del muro por intermedio de durmientes.

Suelos de madera con vigas metálicas

Estos suelos llevan como base de sustentación unas vigas de hierro laminado, evitando de este modo la putrefacción al penetrar en el muro.

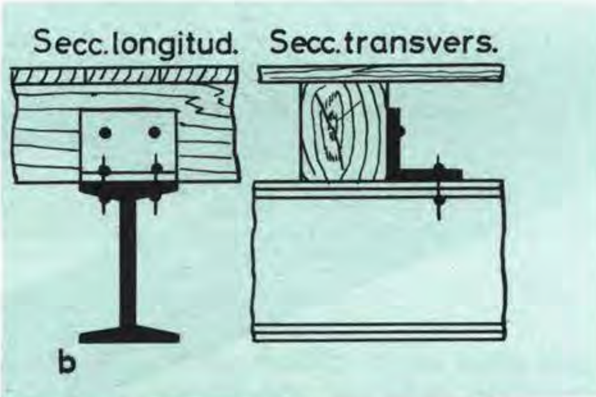
Existen dos sistemas de forjado con dichas vigas laminadas: el de apoyo y el de encajado.

La escuadría de las vigas de madera en ambos casos queda muy reducida, por transmitir sus cargas a las de hierro.

Vigas de madera apoyadas en vigas metálicas

Las vigas de madera descansan plenamente en la solera superior de las vigas de hierro en doble T, sujetándose a ellas bien sea por tirafondos, que pueden pasar el ala o doblarse en forma de gancho, bien sea por escuadras con roblones.





Sujección en vigas de hierro.

a) Sujección por medio de tirafondos.

b) Sujección por medio de escuadras roblonadas.

Vigas de madera encajadas entre vigas metálicas

En este caso las vigas de madera van introducidas entre las viguetas de hierro cargando en la aleta inferior. Las testas de las trabes van perfectamente ajustadas, por lo cual queda el suelo más resistente que en las vigas apoyadas.

La sujeción se consigue con lañas; y si las alas son muy estrechas se unen con estribos de fleje.

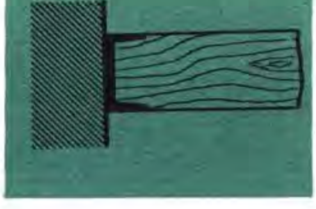
Las vigas paralelas al muro y próximas a él pueden ser también en U, en caso de que dicho muro no presente zarpas para dar apoyo a las vigas de madera.

No es necesario que la viga de madera llene todo el espacio de la vigueta de hierro.

Cuando los perfiles laminados son de aletas muy estrechas se disponen unos estribos de fleje.











FORJADOS DE SUELOS

Definido el apoyo de las vigas que han de soportar el suelo, vamos a describir el forjado de suelos con sus casos más frecuentes.

FORJADO DE SIMPLES TABLAS

Se forma con una hoja de tablas apoyadas en las vigas, cuyas juntas se cierran interiormente con listones. La cara superior de las tablas actúa de pavimento.

A veces se dispone doble hoja, formando la interior el forjado y la superior el pavimento.

El canto de las tablas; de 3 a 5 centímetros de espesor, se calcula teniendo en cuenta las cargas. En las de simple hoja se da un suplemento para el desgaste.



Forjado sencillo de madera.

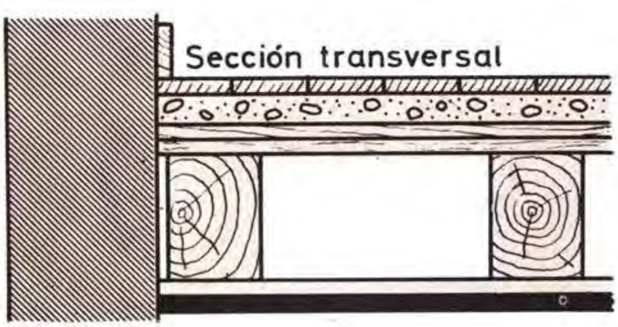
FORJADO DE TABLAS AISLADAS

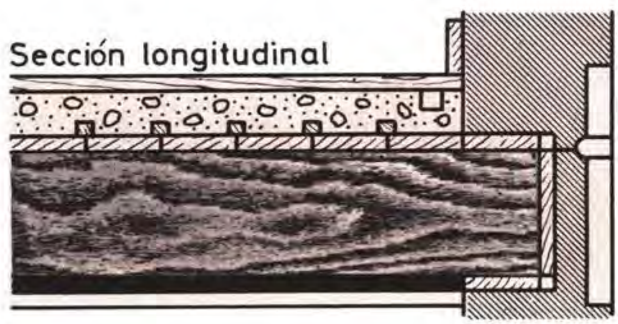
En esta modalidad se establece un entablado con cubrejuntas superiores, colocando una capa de aislante para recibir el entarimado o pavimento.

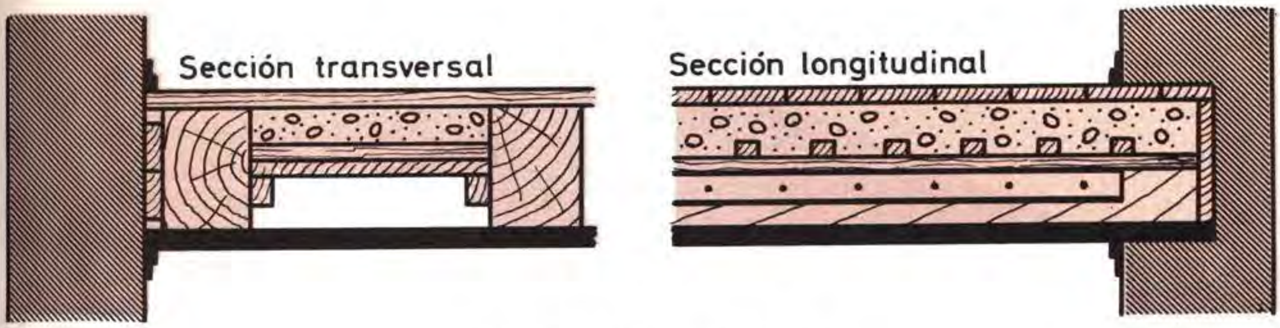
El cielo raso se forma con otro entablado de reja, el cual se clava a las vigas, teniendo la precaución de dejar un espacio a fin de que la junta quede holgada para corregir el vicio de la madera.

Las vigas van aisladas de la pared de 1 a 2 cm.

Una variante de este forjado consiste en encajar el entablado entre las vigas, con lo cual se logra reducir la altura o espesor del suelo.



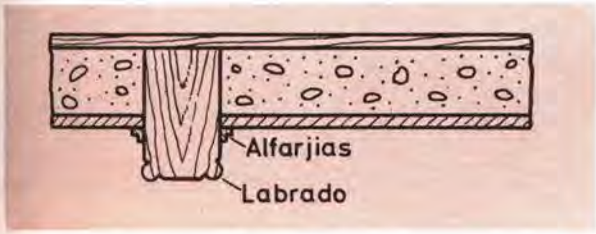


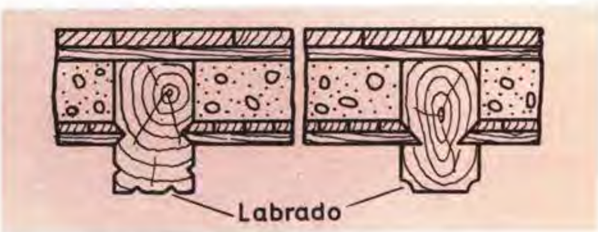


Forjado encajado entre las vigas.

El cielo raso no siempre acompaña esta clase de forjado. En ocasiones se suprime, decorándose en su lugar las trabes o vigas, labrando las aristas en junquillo o bocelete.

Las tablas se apoyan en alfarjías clavadas a las vigas, o en ranuras labradas en los costados de la viga.





PAVIMENTOS DE MADERA

Ya hemos visto cómo en los suelos de simples tablas éstas hacen de pavimento. Vamos a estudiar, a continuación, los otros pavimentos que se utilizan en los suelos de madera, y que, igualmente, son de este material.

La razón de su gran empleo se debe a su poder atérmano y amortiguante del sonido, lo que las hace muy adecuadas para construcciones de lujo o para aquellas cuyas cargas sean moderadas, preferentemente en locales secos.

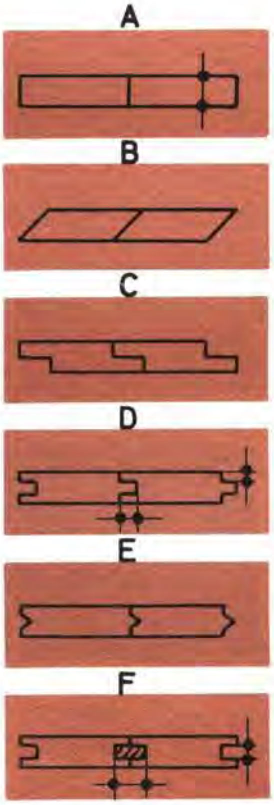
Se utiliza madera en sazón, sana y limpia de nudos. En cuanto a su modo de fijación, suele hacerse por medio de clavos *rostreles* de escuadría 8 × 5 cm, situados a distancias de 1 metro y embebidos en una capa de material aislador de 8 cm. En ocasiones se interpone un falso entarimado.

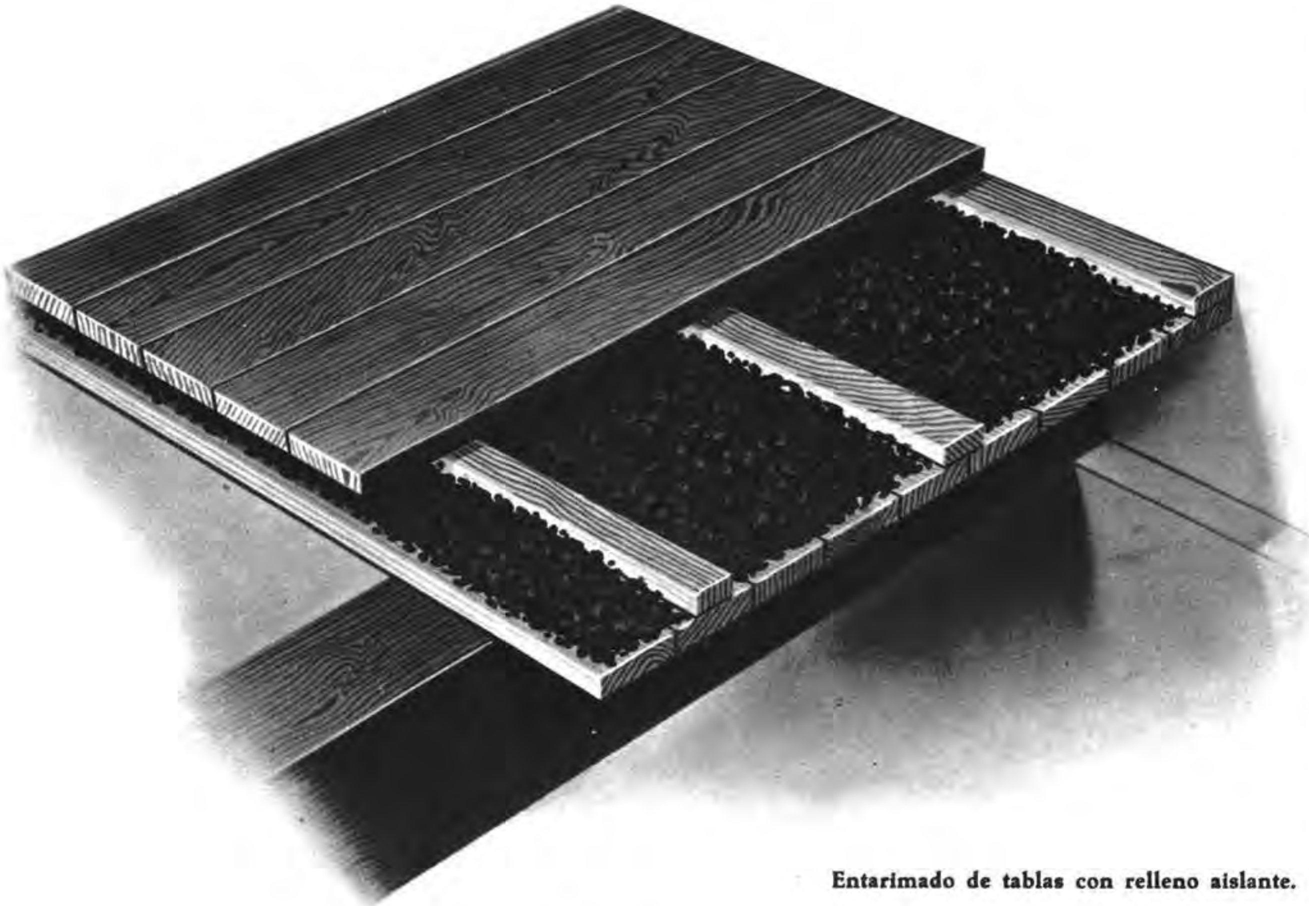
En edificios industriales se acostumbra colocarlo directamente encima de las vigas o del forjado del suelo.

Para extremar el aislamiento térmico y acústico es preferible colocar el entarimado sobre un intermedio de placas de corcho, o aislante similar, de 3 a 4 cm de espesor.

Si el entarimado es ordinario, se forma con tablas yuxtapuestas que pueden ensamblarse de diferentes maneras, a saber: *a*) a tope; *b*) a corte de pluma; *c*) a media madera; *d*) machihembrado; *e*) a grano de cebada; *f*) a ranura y lengüeta postiza.

De todas maneras, la categoría de los pavimentos o entarimados se establece según la clase de madera empleada.





Entarimado de tablas con relleno aislante.

ENTARIMADO ORDINARIO

Esta clase de pavimento se construye con madera de abeto o de pino, en razón a que su coste es relativamente económico. No obstante, su aspecto es agradable, y por tanto de buen efecto, aunque no de gran duración.

Dentro de esta clase distinguimos:

a) ENTABLONADO (pavimento de tablones). Como su nombre indica, se construye con tablones de 5 a 8 cm de canto, colocados a tope.

b) ENTARIMADO PROPIAMENTE DICHO. Construido con tablas de 2 a 4 cm de canto, que pueden estar cepilladas o no.

Entre las diferentes modalidades de construcción en este tipo, la más sencilla consiste en colocar las tablas a tope, yendo clavadas a rostreles. A fin de atenuar su alabeo, el ancho de las tablas no debe ser superior a 15 centímetros.

Como sistema más perfeccionado, mencionaremos el pavimento de tablas machihembradas de 10 cm de ancho.

ENTARIMADO DE LUJO O PARQUET

Se suele construir con madera de roble, nogal o arce, y antiguamente de caoba.

El pavimento se tiende sobre un falso entarimado. Éste es de tablas ordinarias, sin cepillar, de 2 a 3 cm de canto, clavadas a rostreles.

Sobre ellas, como decimos, se coloca el pavimento, a base de las maderas mencionadas anteriormente. Este pavimento suele estar formado por pequeñas tablas o tabletas de 2'5 cm de canto y de longitud entre 25 y 35 centímetros, las cuales van ensambladas en la disposición machihembrada, y clavadas al falso entarimado de madera ordinaria.

Referente a su modo de colocación, suelen disponerse a espina de pez, con las testas a inglete (punto de Hungría) o endentadas (a la francesa).

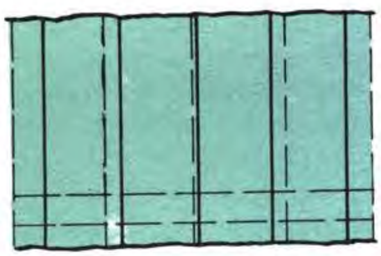


Aspecto de un parquet a espina de pez.

A lo largo de las paredes, el parquet se ciñe con faja, dejando un huelgo que se cierra con listón moldado o faja de zócalo, que van clavados sobre tacos empotrados en el muro o pared.



Alzado (sección)



planta

Entarimado de tablas.

Otro tipo de entarimado es el de taracea, ya en desuso por causa de la mano de obra. Se forma con tableros o cuartesones de tabletas, encoladas, de 50 × 70 cm.



planta



planta



Alzado



Aspecto de una escalera de plancha.

SUELOS DE HIERRO

Este tipo de suelo se caracteriza por ser enteramente metálico.

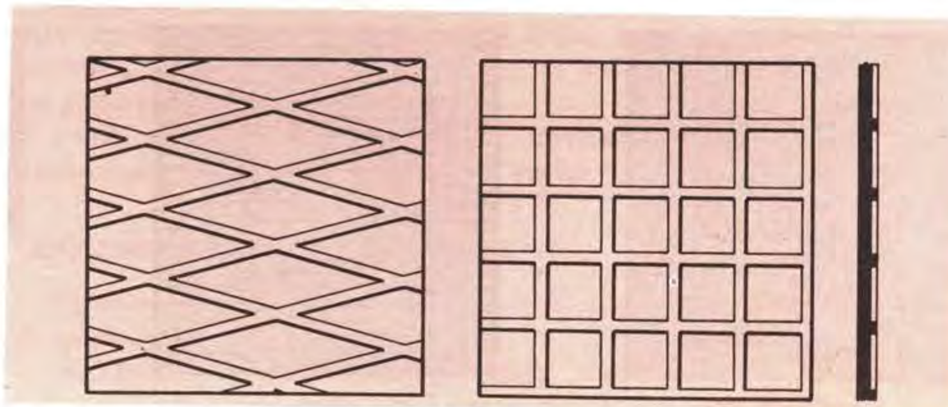
Consta de un entramado de vigas de hierro sobre las cuales se apoyan directamente chapas de *palastro* (hierro laminado).

Naturalmente, como todo lo que es obra humana, presenta sus ventajas y sus inconvenientes.

Entre sus ventajas se cuenta su gran duración, aunque esté sometido a notables esfuerzos. Se adapta bien a condiciones difíciles gracias a su ligereza y fácil montaje. Se presta, asimismo, a muchas modalidades (construcciones industriales, acceso a máquinas, etc.).

Sin embargo, estos suelos adolecen de varios defectos. Son muy sonoros y por ser de metal resultan conductores; es decir, todo lo contrario a una de las cualidades apreciadas en los suelos, que es su poder aislante. En estas condiciones propagan bien el calor y el frío del medio ambiente, que cuando pasa de ciertos límites moderados es precisamente lo que queremos evitar.

Además, cuando están mojados son muy resbaladizos, a pesar de que se dé a su superficie un acabado estriado. Por otra parte, y a pesar de lo que a simple vista pueda parecer, tienen muy poca resistencia al fuego.

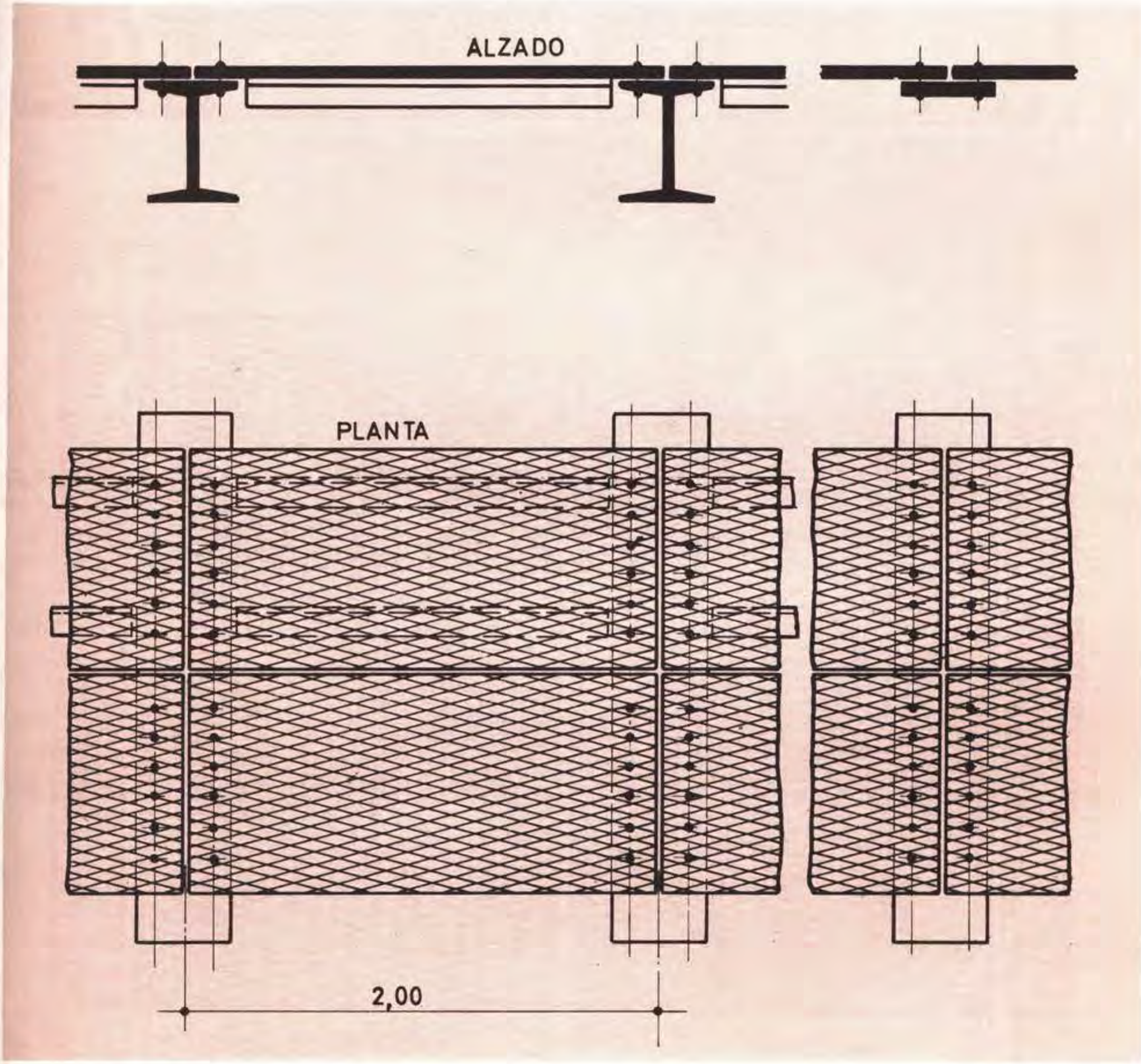


Rayado típico del palastro en los suelos de hierro.

El entramado consta de perfiles doble T que se colocan paralelamente. Sobre él se tiende la chapa que constituye el pavimento, cuya cara superior, como decimos, es estriada. Las juntas, en toda su longitud, deben incidir en el eje de las vigas, a cuyas alas se fija con roblones. Las transversales se cierran con una pletina cosida a la chapa por debajo.

Teniendo en cuenta las longitudes normales, la distancia entre vigas no debe exceder a 1'50 metros.

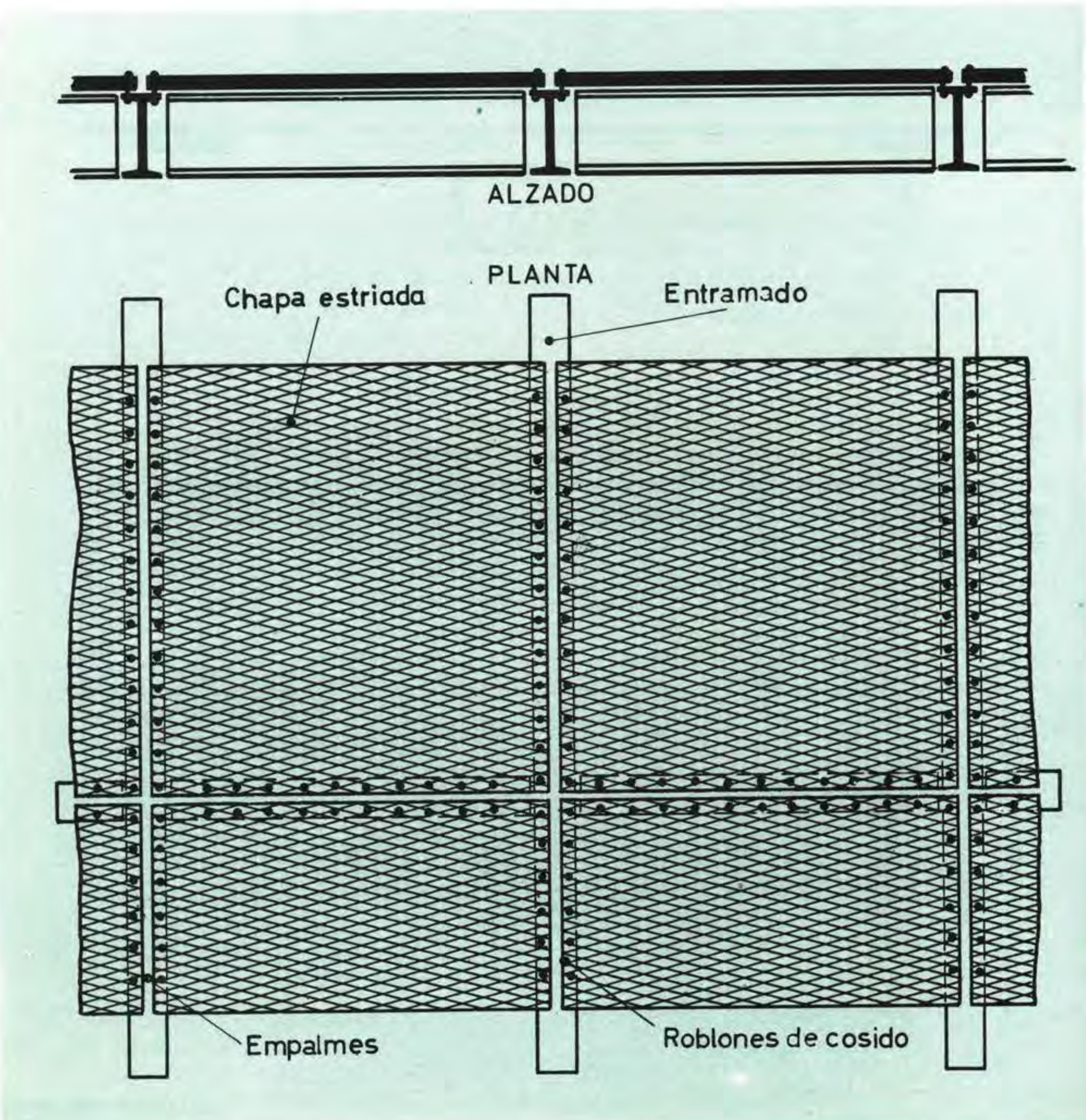
Normalmente, las chapas utilizadas tienen un grueso que varía entre 4 y 7 mm (sin contar las costillas), por cuyo motivo se necesitan, en las construcciones, luces muy pequeñas.

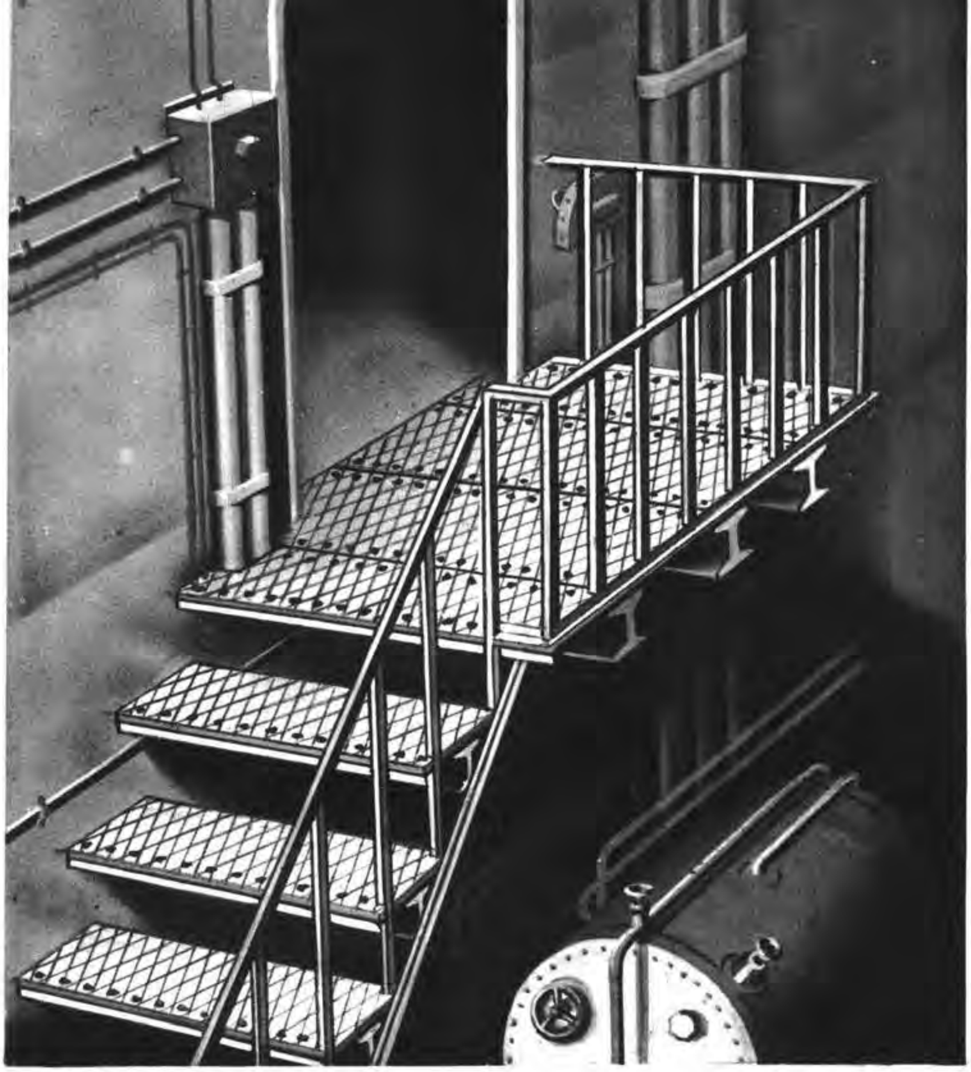


Forjado de un suelo de hierro.

Este inconveniente de reducidas luces se subsana variando la colocación de la chapa, la cual se tiende en el sentido longitudinal, normal a la viga, y reforzando la chapa con ángulos en L de 60 × 60 × 6 hasta 80 × 80 × 8. De esta forma la luz de la chapa viene dada por la distancia entre angulares. Éstos vienen a constituir vigas transversales que transmiten la carga a las vigas T, evitando que la plancha se pandee. A su momento resistente puede añadirse, como margen eficaz, un ancho de chapa de unos 30 a 40 δ; siendo δ el espesor de la misma.

En las plataformas de trabajo de gran extensión, las vigas del suelo se apoyan en jácenas, apeadas por pies derechos.





Aspecto de una construcción metálica.

CLASES DE HIERRO COMERCIAL.

La chapa de grueso inferior a 5 mm recibe el nombre de chapa fina. Se utiliza como material de cubierta y revestimiento.

La chapa cuyo grueso varía entre 7 a 20 mm constituye la llamada chapa gruesa y se emplea para alma de vigas, cartabones de nudo, etc.

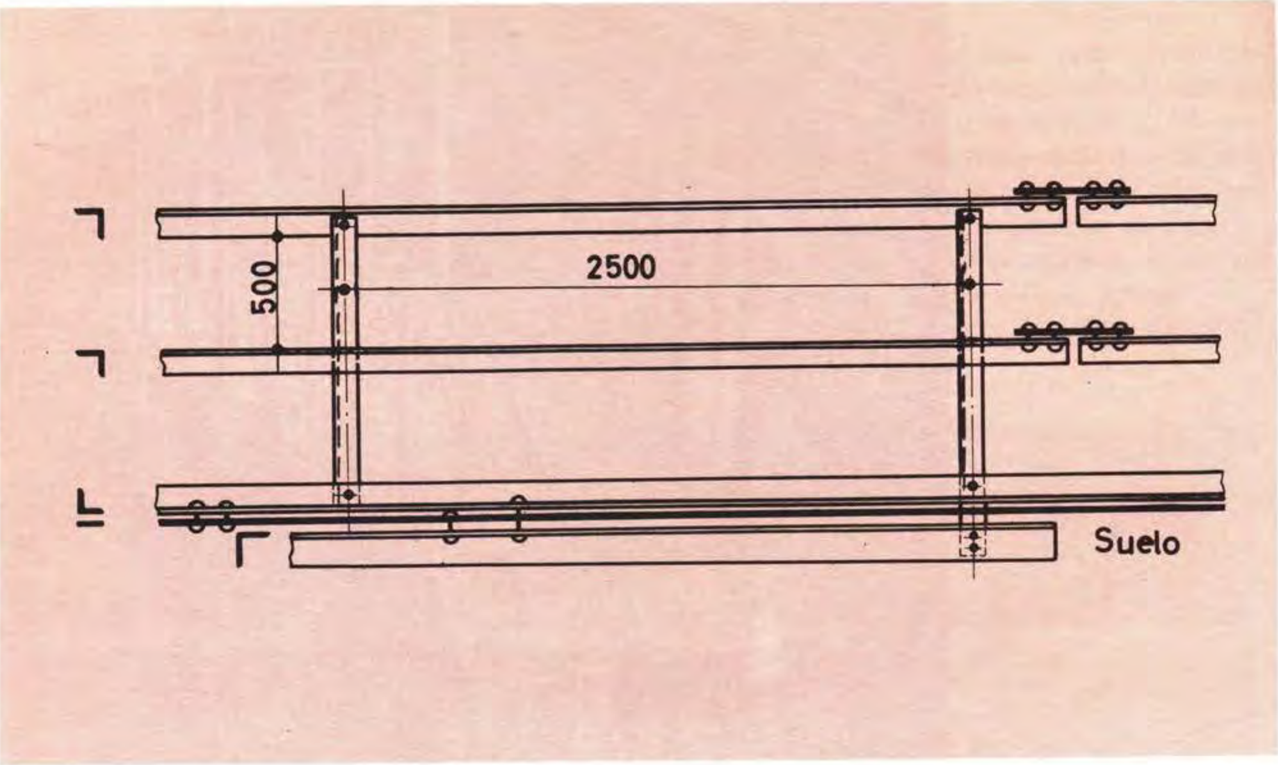
En cuanto a sus otras dimensiones, suelen ser entre 6 metros de largo por 2 de ancho hasta un máximo de 15 × 4. Respecto al peso, varía entre 456 hasta 2.000 Kg, según las dimensiones.

VARIANTES EN LAS ESTRUCTURAS - BARANDILLAS

Cuando los suelos de hierro van complementados con barandillas, galerías, etc., la estructura cambia un poco a fin de facilitar su inclusión.

Cuando el complemento es una barandilla y la plataforma tiene borde libre, se dispone en él un angular de orilla para detener el pie en caso de un resbalón.

La barandilla que se suele colocar generalmente está formada por escuadras de 50 × 50 × 5 o bien de 60 × 60 × 6, como barrotes, a distancia de 1 a 2 metros. Como pasamano, un ángulo de 50 × 50 × 5; y como guardalado una llanta de 40 × 6 a 45 × 8, o bien un ángulo de 40 × 40 × 5. Vea la figura de la página siguiente.)



Aspecto de una barandilla de hierro formada por ángulos.



Angulos de refuerzo en la unión de vigas.

GALERIAS, PASADERAS Y TRAMPILLAS

En las pasaderas en voladizo el método a seguir es el mismo; pero se añaden partes de hierro de soporte, como armaduras o codos, cuyos detalles, en dibujo, puede usted ver en el apartado «Nuestro Examen» y láminas sucesivas.

A continuación insertamos una tabla para hallar la máxima distancia entre elementos de apoyo de la chapa sometida a carga total; esto es, al peso propio más la sobrecarga, teniendo en cuenta los distintos espesores.

Carga total Kg/m²	ESPESOR DE LA CHAPA EN MM (sin costilla)					
	5	6	7	8	9	10
	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE ELEMENTOS DE APOYO METROS					
300	1'16	1'39	1'62	1'85	2'08	2'31
400	1'00	1'20	1'40	1'60	1'80	2'00
500	0'90	1'07	1'25	1'43	1'61	1'79
600	0'82	0'98	1'14	1'31	1'47	1'63
700	0'76	0'91	1'06	1'21	1'36	1'51
800	0'71	0'85	0'99	1'13	1'27	1'41
900	0'67	0'80	0'93	1'07	1'20	1'33
1000	0'63	0'76	0'89	1'01	1'14	1'27

SUELOS DE MATERIAL

Referente a los suelos construidos de material, esto es, de hormigón o cerámica, vamos a describir los más usuales. Daremos el nombre genérico de material a los cerámicos y de hormigón a los construidos fundamentalmente con este elemento, a pesar de que haya tipos no del todo definidos en estos grupos por tener partes de cada uno de estos materiales.

SUELOS ABOVEDADOS

Estos suelos son de los llamados macizos. Consisten en bóvedas de ladrillo o de hormigón que estriban en muros, pilares o arcos.

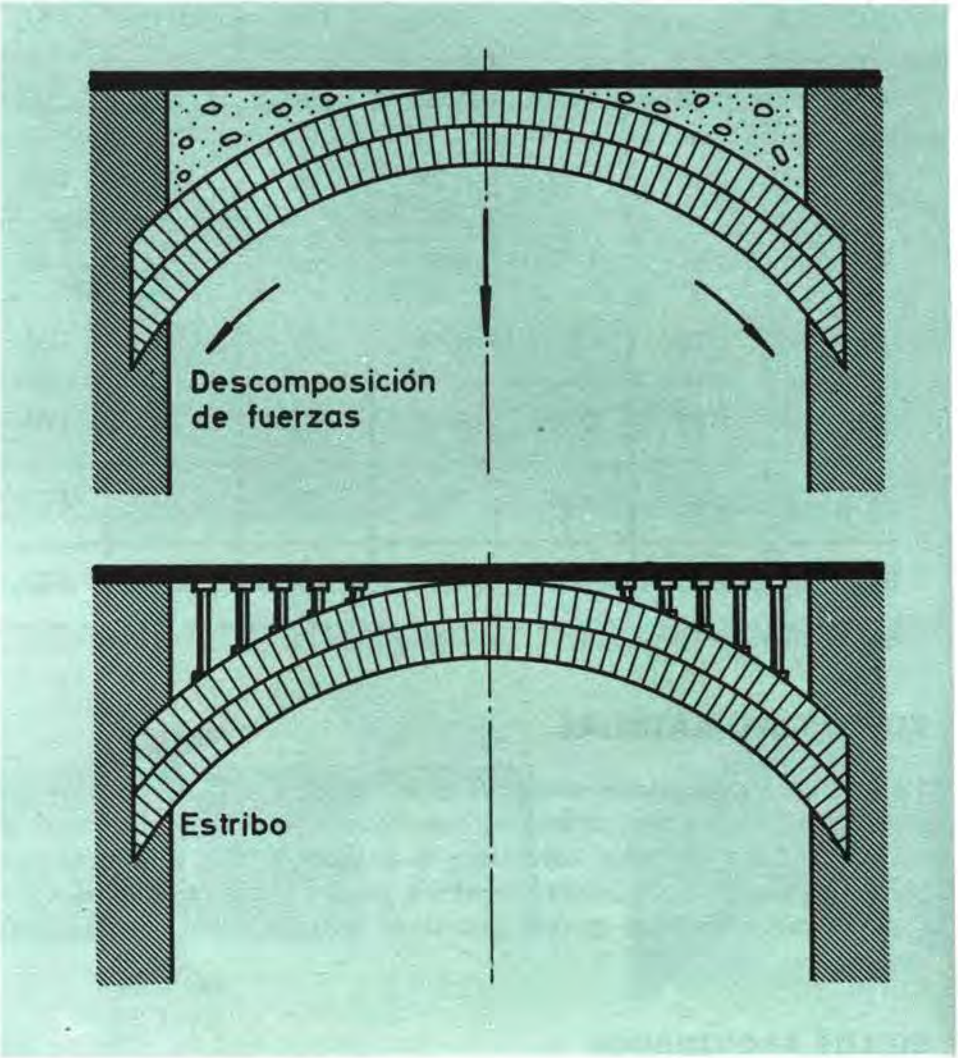
Encima de las bóvedas se tiende una capa de material aislante, que debe alcanzar en la *clave* un grueso mínimo de 5 cm.

Los sueldos abovedados son más bien de construcción antigua. Presentan gran resistencia al paso del tiempo, así como a las cargas y al fuego, por su gran poder atérmano.

El empuje o fuerza que representa toda construcción abovedada, máxime cuando ha de descomponer las fuerzas que ocasionan las posibles cargas del suelo que reposa en su punto tangente, hace que los muros de estribo o soporte sean muy resistentes o de gran espesor, a no ser que se equilibre con tirantes.

Ésta es la principal razón de que este tipo de suelos haya dejado paso a los de hormigón armado y a los de entramado metálico.

Aun en los casos en que la composición arquitectónica impone formas abovedadas, tales como iglesias, cámaras musicales o ciertos edificios monumentales, éstos se fingen colgando piezas especiales del suelo (bóvedas encamanadas).



Sistema de relleno en el forjado de suelos sobre arcos macizos.

SUELOS CERAMICOS O SUELOS ESTRIADOS

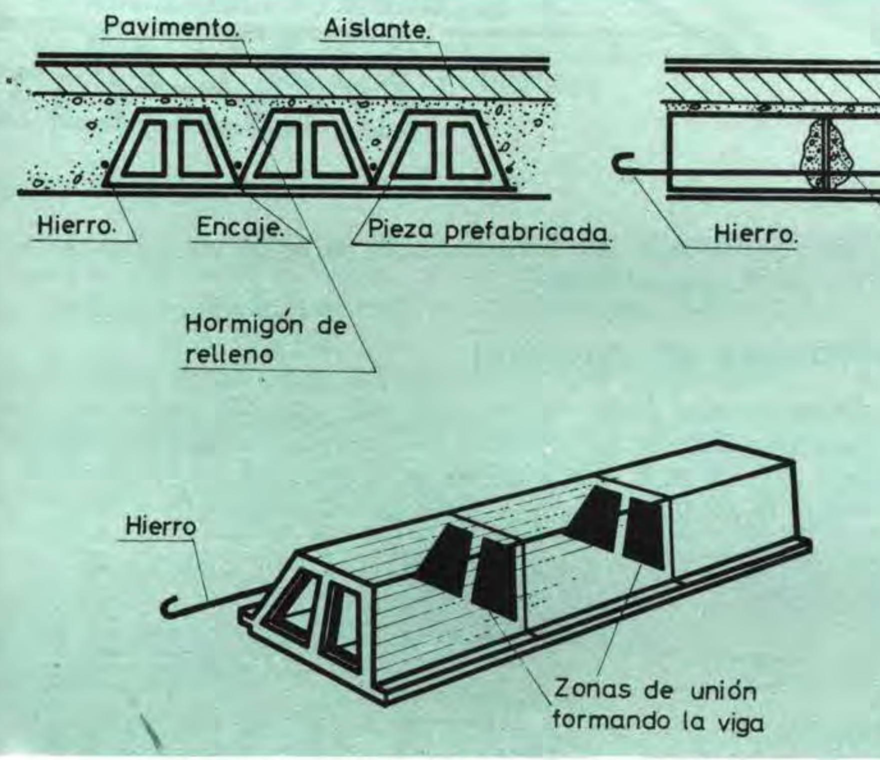
Este tipo de suelo está formado por un forjado de 5 cm de espesor mínimo, con costillas de 6 cm de anchura a distancias que no exceden de 70 cm. En la mayoría de las veces, entre las costillas se alojan bloques de material ligero, como alfarería, hormigón de pómez, madera con alambrera, etc., los cuales, a la vez que sirven de molde al hormigonar el suelo, permiten obtener fácilmente el cielo raso.

Además, estos bloques proporcionan un excelente aislamiento térmico y acústico.

La cara inferior del suelo recibe, por lo común, un guarnecido. En muchos de ellos hay orejuelas o vigas que cubren por debajo las costillas y dan una superficie continua para el revoco.

Generalmente, estos bloques se sirven al comercio en dimensiones determinadas, que señalan la distancia entre costillas y la altura del suelo. En ocasiones, sin embargo, la casa constructora fabrica sus propios moldes en dimensiones convenientes.

Este tipo de forjados llega a alcanzar luces de hasta 6 m. Para mayores luces se establecen tramos mediante vigas metálicas o de hormigón armado.

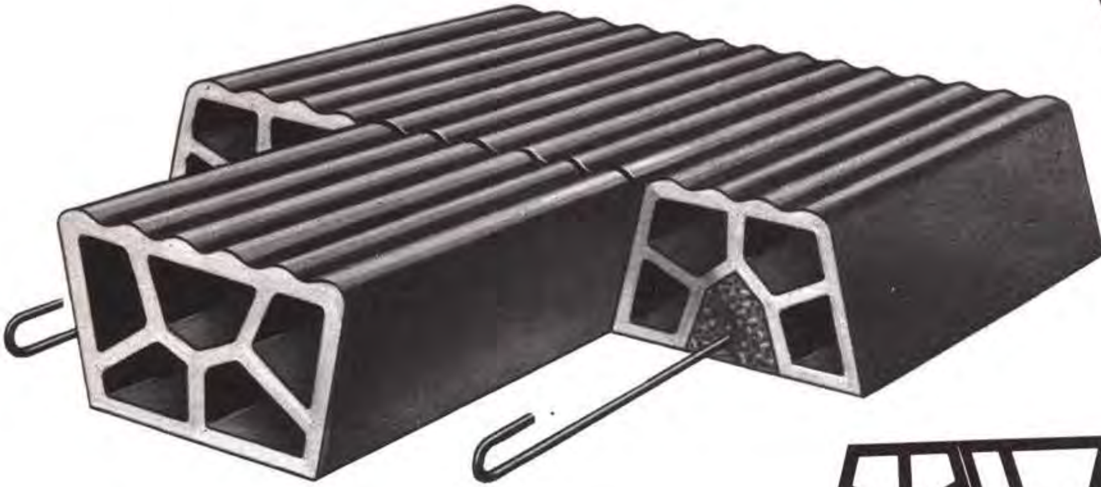


Viga formada por bloques prefabricados.

Son numerosos los tipos de suelos estriados; y cada día surgen nuevos modelos que tienden a perfeccionar las cualidades de aislamiento, resistencia y menor altura, así como una más rápida colocación, con el consiguiente ahorro de tiempo.

Por estas razones, este tipo de forjado y el de los bloques de hormigón son los más empleados hoy en día, hasta el punto que puede decirse que han sustituido a todos los otros, principalmente por evitar el cielo raso.

Tanto si el material es cerámico como si es de hormigón, el fundamento de fabricación es el mismo; es decir, se PREFABRICAN, formando figuras huecas (para aislamiento, eliminación de peso) que encajan con las costillas o entre sí, quedando unos canales continuados que permiten colocar las piezas una detrás de otra o al costado, siendo capaces para albergar unas varillas de hierro de un diámetro determinado, según el esfuerzo y longitud, que los arma para evitar el esfuerzo a tracción, al cual son muy poco resistentes.







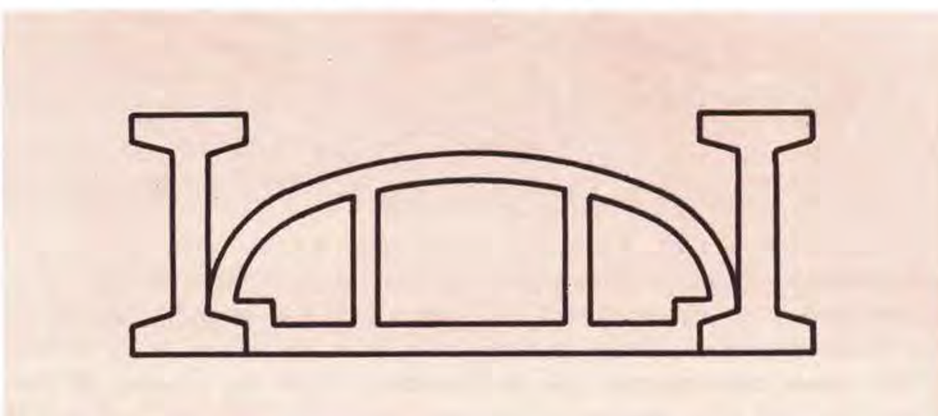
Viga de cerámica con bloque de relleno.

En otro modelo más perfeccionado, parte de las piezas hacen de viga y los bloques de relleno.

BOVEDILLAS DE HORMIGON

Debemos aquí hacer mención de esta clase de bovedillas, que se caracterizan por ser un principio de la bóveda, complementando en la misma pieza el cielo raso y un espacio entre ambos.

Estas bovedillas se colocan entre las vigas doble T.



Bovedilla entre vigas para el forjado de un suelo.

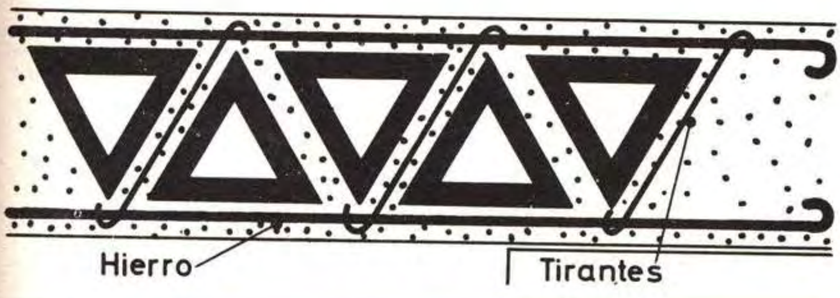
SUELOS DE VIGAS

Éstos se forman con vigas colocadas a tope. Estas vigas son huecas a fin de aligerar el peso del suelo y contribuir a su aislamiento.

Existe multitud de modelos, lo que haría exhaustiva su enumeración. Mencionemos, a título de ejemplo, uno de estos modelos:

Vigas Visintini. Son de forma triangular, de 15 a 40 cm de altura, 20 cm de anchura; se fabrican con moldes adecuados. Los cordones tienen armadura continua de redondos Ø a los cuales se enlazan los ganchos de las armaduras de las diagonales estiradas. Las vigas se co-

locan a tope, con lo cual, en las caras superiores, queda en cada junta una muesca en forma de cola de milano, donde se aloja una varilla, cuajando con mortero de cemento.



SUELOS DE HORMIGON ARMADO

Son muchos los modelos y clases de suelos en cuya construcción predomina el material y el hierro; de ahí la denominación que le asignamos: suelos de hormigón armado, en sus diferentes modalidades.

SUELOS ABOVEDADOS DE HORMIGON ARMADO

Sólo dejaremos constancia de su existencia, pues hoy en día se emplean muy poco y sólo en casos en que sea necesario soportar cargas extraordinarias. En cambio, se emplea en gran profusión el caso mixto de bovedillas de hormigón armado entre bovedillas metálicas, como ya veremos más adelante.

SUELOS PLANOS DE HORMIGON ARMADO CON ENCOFRADO

Estos suelos constan esencialmente sólo de los elementos estáticamente necesarios, calculándose para resistir la carga que convenga en cada caso. Tienen, no obstante, el inconveniente de no presentar un buen coeficiente de aislamiento, tanto en el aspecto acústico como térmico.

El forjado sin nervio no sobrepasa luces mayores de 3 ó 4 m entre muros.

SUELOS DE FORJADO CON NERVIO

Representante del sistema llamado MONOLÍTICO.

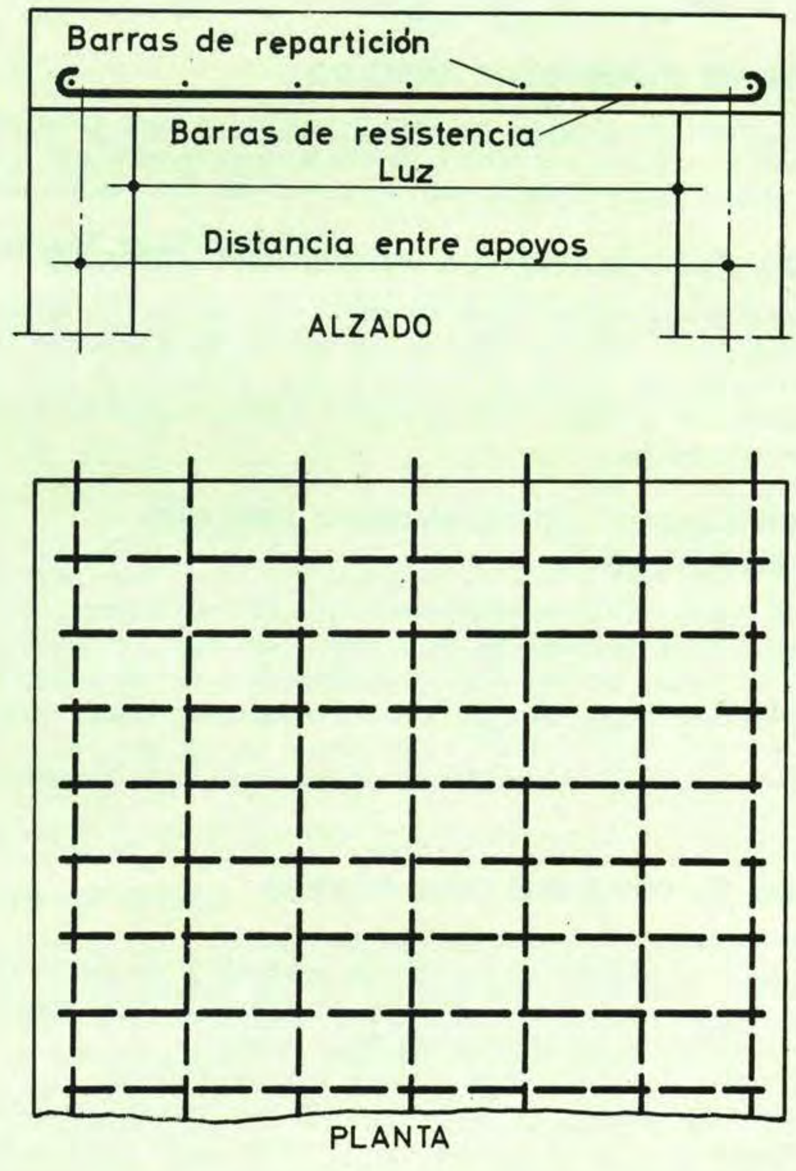
El suelo se resuelve en un forjado continuo y un entramado de vigas y jácenas de hormigón armado, los cuales se hormigonan a la vez, lo cual exige un encofrado completo y su apeo.

El forjado se organiza como una losa armada continua.

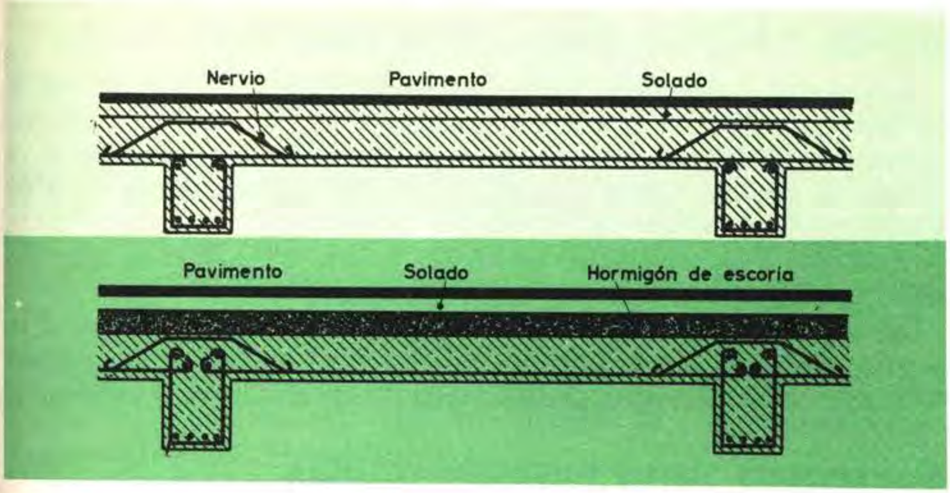
El suelo de forjado con nervio, del sistema llamado «monolítico», lo constituye un forjado continuo con entramado de vigas y jácenas de hormigón armado, los cuales se hormigonean a la vez, exigiendo un encofrado completo y su apeo.

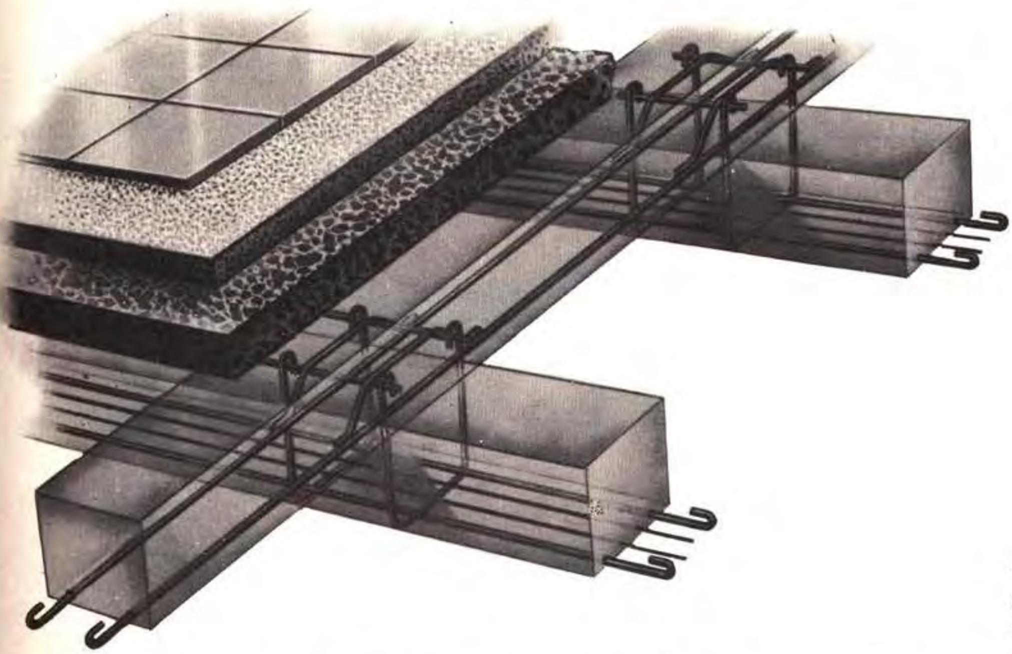
El forjado se organiza como una losa armada continua. Como pavimento reciben una capa de cemento extendida directamente sobre aquél.

Si se precisa un entarimado, hay que colocar rastreles embebidos en una capa de hormigón de 8 cm por lo menos, pero es frecuente interponer un falso entarimado. Es frecuente, en estos casos, extender una capa de corcho de aglomerado, encima del cual se fija el entarimado o linóleo, consiguiéndose así un aislamiento de gran eficacia, o generalmente el embaldosado.



Losa armada para un suelo de hormigón.





Vista de un forjado de hormigón armado con la constitución del suelo.

El tipo de forjado con nervio es insustituible hasta el presente en los casos en que es preciso aguantar grandes cargas y fuertes vibraciones.



SUELOS MACIZOS ENTRE VIGAS METALICAS

Los suelos macizos con entramado de hierro son muy resistentes y por sus ventajas gozan de preferencia sobre los de hormigón armado. No exigen apeo, puesto que la cimbra (tablazón) necesaria para el moldeo se suspende de la vigas metálicas. De esta manera se gana en rapidez, puesto que se evita el engorroso preparado.

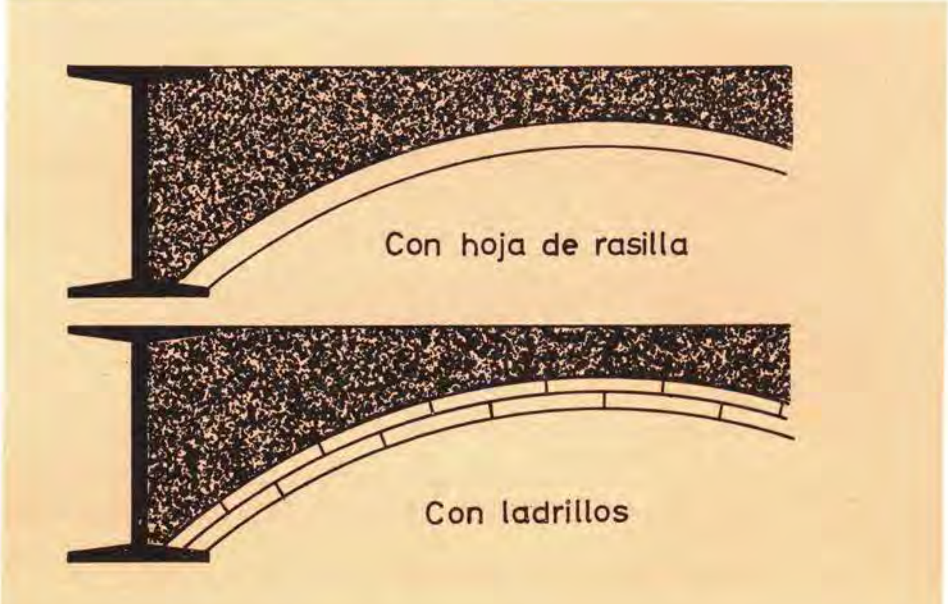
A fin de darles una mayor protección contra incendios, las vigas de hierro se han de proteger con material refractario.

El entramado es de hierro, con viguetas y jácenas apeadas, si es preciso, con pies derechos. Entre las viguetas se extiende un forjado de ladrillo o de hormigón armado, que puede ser plano o abovedado.

BOVEDILLAS ENTRE VIGAS METALICAS

Se utilizan cuando no es indispensable el cielo raso, aunque no es difícil extenderlo con el cañizo, para lo cual deben colocarse previamente los listones de soporte para el mismo.

Las bovedillas tienen la ventaja de su notable resistencia; pero, en cambio, ejercen un empuje que obliga a arriostrar las vigas. Para ello es preciso colocar tirantes de redondos a distancias de 1'50 a 2 metros, cuando menos en los dos o tres últimos tramos.



Bovedillas para un forjado de suelo.

La posición más adecuada de los tirantes es junto a la aleta inferior de la viga, colocados a la altura del arco inferior, a fin de evitar que se vean.

La flecha de la bovedilla suele estar comprendida en 1/10 a 1/12 de luz, para evitar empujes excesivos.

Las enjutas o senos de las bovedillas se macizan con hormigón *árido de ripio* de ladrillo o de escorias. Es conveniente que este macizo alcance hasta 5 cm por encima del espinazo.

Cuando en las bovedillas interviene el ladrillo, pueden construirse con rosca de media asta o tabicado de dos o tres hojas.

En el primer caso los ladrillos se toman con mortero de cemento y se disponen con juntas radiales. Los estribos se forman con hormigón, para asegurar la rapidez y proteger las vigas contra la herrumbre.

En el segundo caso, es decir las bovedillas tabicadas, se construyen con una hoja de rasilla que se recibe de mortero de yeso, o mejor de cemento rápido, apoyándola mientras fragua el mortero sobre una *cercha* que descansa sobre las aletas inferiores de las vigas y se va corriendo a medida que avanza la hoja.

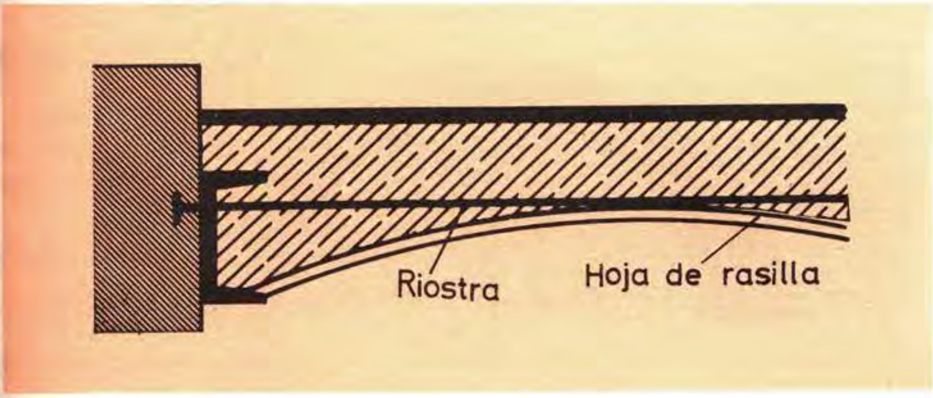
Encima hay que tender la segunda hoja o doblado a juntas encontradas con la inferior, y tomada con mortero de cemento lento, para, finalmente, macizar las embocaduras.

Para disminuir el peso del suelo, las bovedillas se construyen, a veces, con ladrillo hueco.

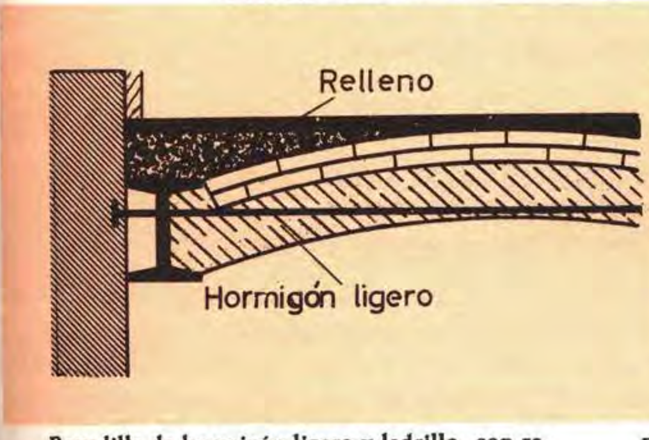
Bovedillas de hormigón ligero

Se caracterizan en que el material resistente es a base de hormigón ligero.

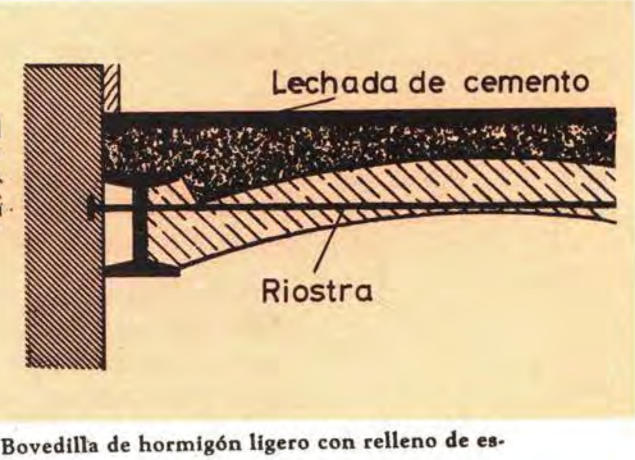
Vea diversas modalidades de construcción en los dibujos que a continuación insertamos.



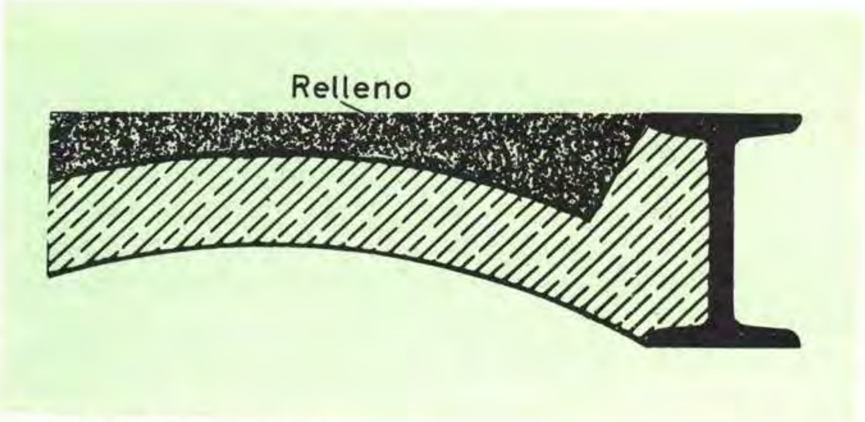
Bovedilla a base solamente de hormigón ligero.



Bovedilla de hormigón ligero y ladrillo, con relleno de escoria.



Bovedilla de hormigón ligero con relleno de escoria

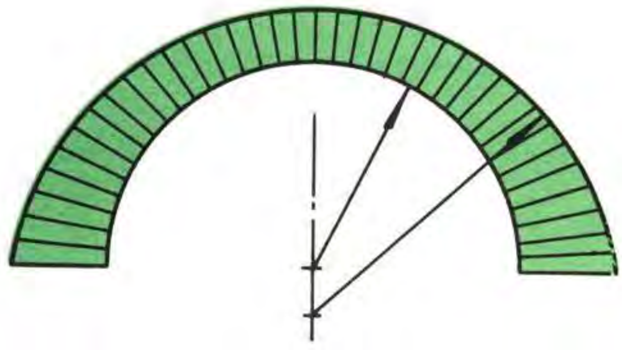


Observe por esta figura y las anteriores que cuando el relleno no es totalmente de material resistente, éste forzosamente ocupa todo el espacio junto a las alas de las viguetas.

Bovedillas de hormigón

Estas bovedillas se fabrican con hormigón de guijo, de grueso creciente hacia los arranques; o bien con hormigón ligero, modeladas en una pieza, si las cargas que ha de soportar son moderadas.

Debemos señalar como dato importante que las bovedillas de hormigón han de ejecutarse con esmero y no toleran grandes luces.



El espesor en la clave (de 10 a 15 cm.) es de 2 cm. menor que en los arranques. Por tanto, los centros de los radios del arco están desplazados uno de otro.

Bovedillas de hormigón armado

No son de empleo muy corriente. Además, del tensor, en su parte inferior poseen armadura.

Bovedillas de ladrillo y relleno de hormigón

En ocasiones se utilizan de una sola hoja de ladrillo mediano, recibido con mortero de cemento rápido, y se maciza el *suelo con hormigón,* hasta enrasar o sobrepasar, según los casos, las aletas superiores de las vigas. De este modo la bovedilla es inmediatamente transitable, cosa que no ocurre con la primera hoja de rasilla, siendo causa de accidentes.

A continuación insertamos una tabla que le permita hallar la máxima luz consentida bajo carga dada.

LUZ MAXIMA EN m DE LAS BOVEDILLAS

CARGA TOTAL $q = g + p$ (Kg/m²)	HORMIGON LIGERO de 5 a 6 Kg/cm.²			HORMIGON DE GRAVA 15 Kg/cm²			LADRILLO ORDINARIO 12 Kg/cm²	LADRILLO HUECO 8 Kg/cm²	LADRILLOS DE ESCORIAS O DE POMEZ 3 Kg/cm²			
	Espesor en la clave "d" (en cm.)											
	10	12	15	10	12	15	media asta		10	12	14	16
500	2'00	2'19	2'44					2'77	1'55	1'63	1'83	1'96
600	1'82	2'00	2'23					2'52	1'41	1'55	1'68	1'78
700	1'69	1'85	2'07	2'92			2'86	2'34	1'31	1'44	1'55	1'66
800	1'58	1'73	1'93	2'73	3'00		2'68	2'19	1'23	1'33	1'45	1'55
900	1'49	1'63	1'82	2'58	2'82	3'16	2'52	2'06	1'15	1'27	1'37	1'49
1000	1'44	1'54	1'73	2'44	2'68	3'00	2'39	1'95		1'20	1'30	1'39
1500				2'00	2'19	2'44	1'95	1'60				
2000				1'73	1'89	2'12	1'69					

SOLADOS

Se llama solados a los diferentes tipos de pavimentos, los cuales pueden ser, además de los de madera ya descritos, los que a continuación siguen:

PAVIMENTOS CONTINUOS

A base de morteros allanados, con la iguala de 2 a 3 cm de espesor.

PAVIMENTOS PETREOS

De granito, areniscas, calizas, etc. Solados de ladrillo colocados como la madera a espina de pez o a sardinel. Embaldosados hidráulicos, que es el sistema más empleado; aunque frío, es muy económico y de gran duración.

PAVIMENTOS RESINOSOS

El linóleo y otros productos obtenidos químicamente, como resinas, aunque pocas veces si no es encima de embaldosados, se emplean también encima de la capa de hormigón, por lo que son un complemento del pavimentado.

CIELO RASO

Como norma general, de yeso, sobre alambrada, cañizo, o corcho; va enlucido. No tiene, al igual que el solado, gran interés en el curso de Dibujo.

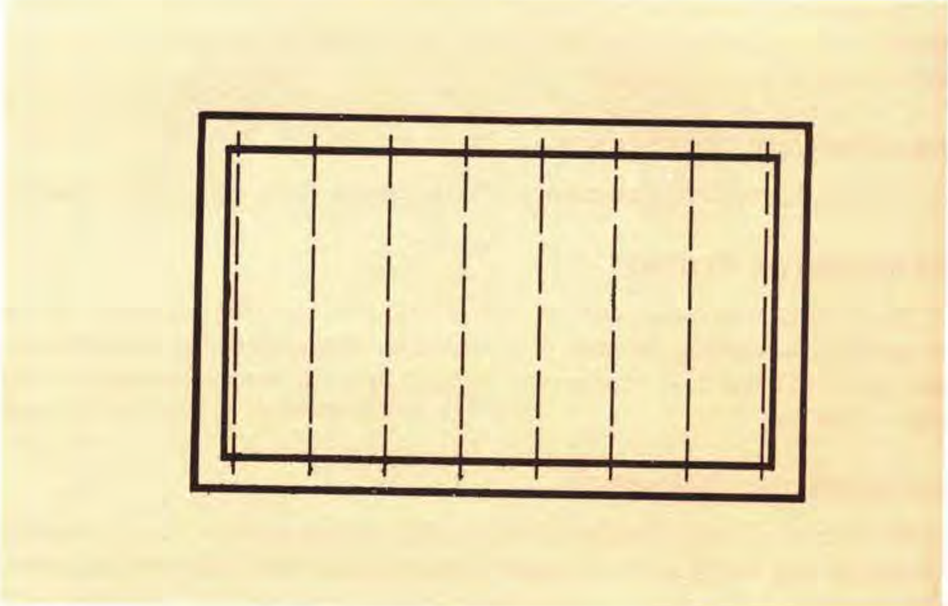
Prácticas de dibujo en construcción 8

FORJADO DE UN SUELO DE MADERA

Sabemos que el envigado es el conjunto de vigas situadas al mismo nivel para formar el entramado horizontal del suelo.

Según la intensidad de las cargas además de la sección determinada, habrá una distribución de espacios entre vigas a distancias entre 70 y 100 cm y 5 a 6 m de luz. Conocemos, pues, dos datos importantes que tendremos en cuenta, ya que a medidas de luz mayores tendremos que organizar el apoyo sobre cualquier sistema en que las luces no sean superiores a esos 6 m.

Suponiendo que la habitación sea rectangular y una de las dos medidas no sobrepase esa indicada, es fácil comprender que organizaremos el entramado para que las vigas vayan de pared a pared de la luz pequeña.

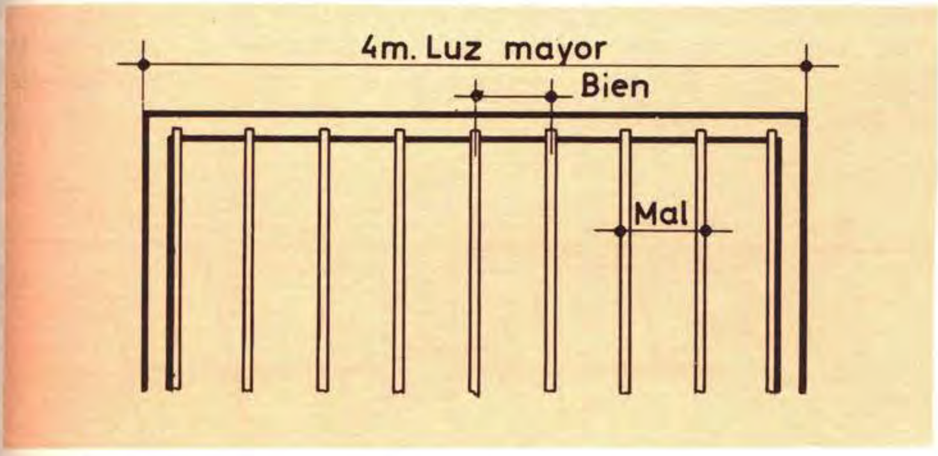


Replanteo del envigado para un edificio.

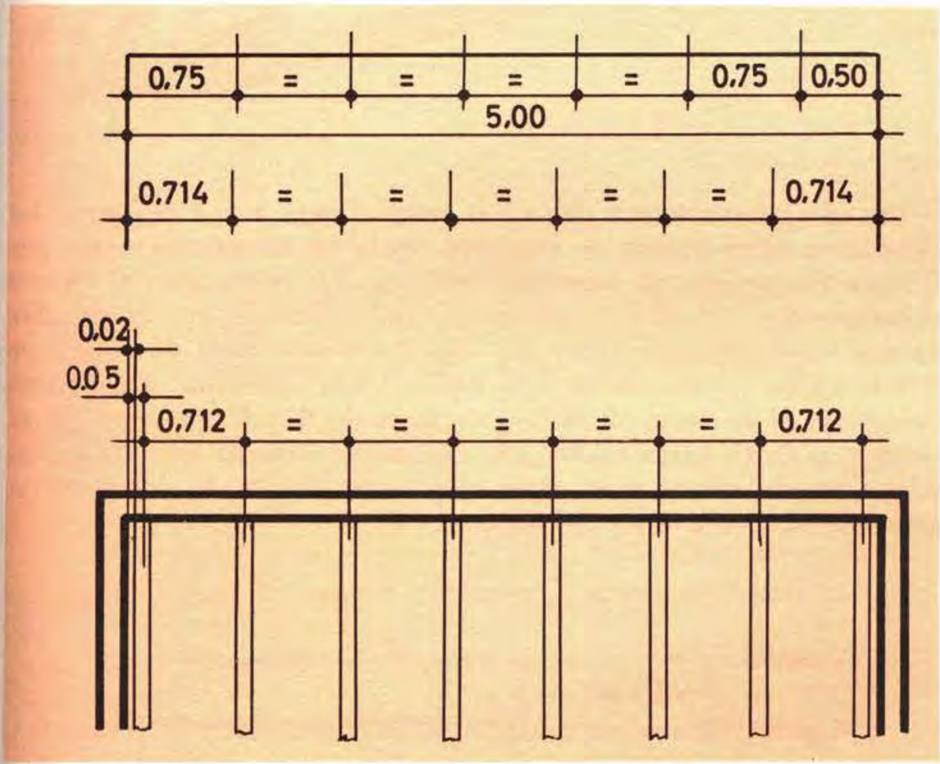
Los muros de apoyo serán lo suficientemente resistentes para soportar el peso de las vigas y el del suelo que ha de cargar encima de él.

La repartición en el sentido paralelo de las vigas se efectuará por medio de una simple división, consiguiendo que queden repartidas a distancias iguales entre la primera y la última, que como sabemos va a 2 ó 3 cm de la pared.

Supongamos una luz de habitación de 4 m. El número de vigas será 9, a 50 cm una de otra.



Como se puede comprender, las divisiones no son siempre exactas; en cuyo caso si sabemos la separación máxima repartiremos de modo que colocando una viga por exceso no debilite el forjado.

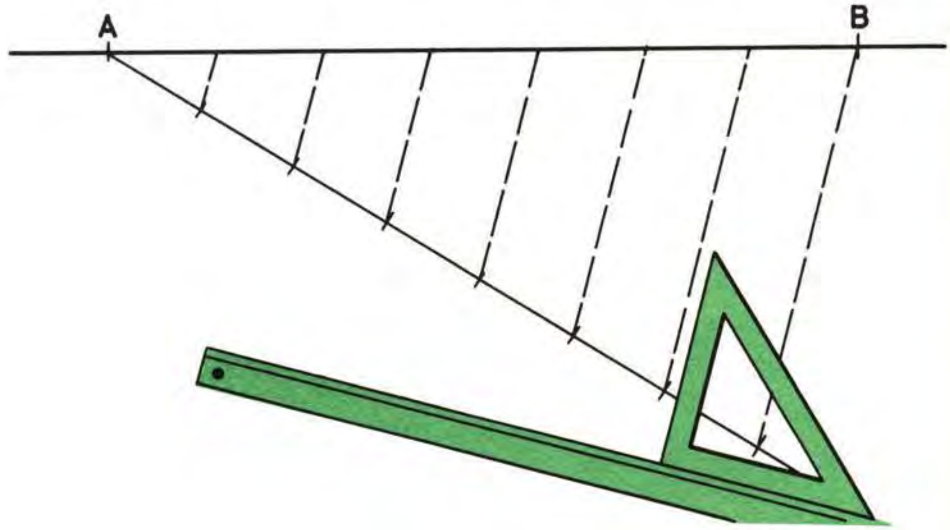


Imaginemos una luz a cubrir de 5 m a espacios de 0'75 entre vigas. Nos quedan 6 espacios a 0'75 y el último a 0'50. El modo de repartir es, pues, dividir 500 cm entre siete espacios = 71'4 cm.

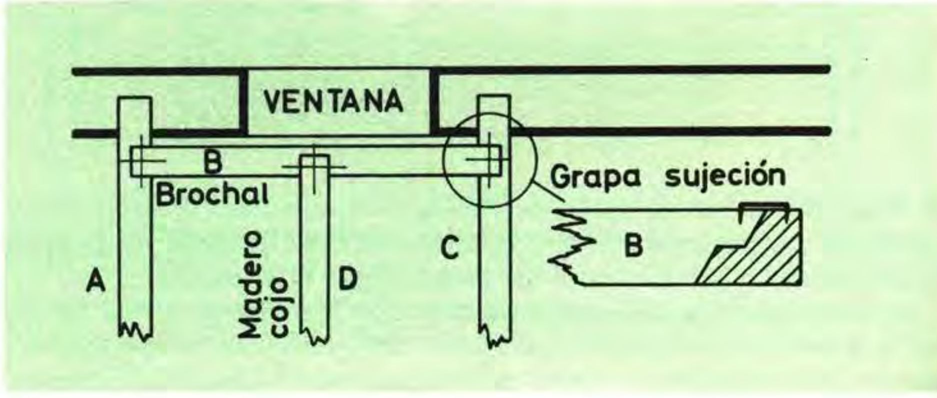
La comprobación da como resultado que la suma de todos los espacios es 499'8 cm, contando con los cuatro centímetros necesarios a ambos lados, dado que las vigas junto a los muros han de ir separadas

de la pared de 2 a 3 cm y que lo que estamos midiendo son ejes de viga y se ha de descontar el valor de dos mitades, las que de este modo quedarían empotradas. La medida ha de ser corregida otra vez, o mejor tenerla en cuenta desde el principio.

De modo geométrico, una vez sabidas las partes en que se ha de dividir el espacio del muro, el resultado es el mismo y posiblemente con igual error admisible.

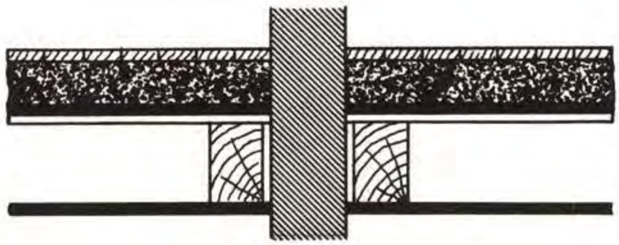


Cuando por cualquier motivo el muro donde van a descansar las vigas se ve interrumpido de modo que éstas no encuentran apoyo, por ejemplo en espacios de ventanas, puertas, chimeneas, etc., el espacio se soluciona colocando un transversal *(embrochalado)* soportado sobre las dos vigas contiguas apoyadas; ésta actúa como viga de soporte de la intermedia o intermedias, que nunca serán excesivas; pues cuanto mayor sea el número, la sección de vigas A, B y C que soportan su carga y la de las otras tendrá que ser mayor. Cuando esto ocurre, las diferencias de altura, si el pavimento no lo admite, se darán por la parte del techo o inferior del forjado.



Cuando en el sentido de las vigas existe una pared o tabique que se prolongue a través del suelo que armamos, la división se deberá hacer siempre de modo que a ambos lados, y a la distancia indicada de 2 a 3 cm, queden dos vigas, que se llaman vigas paredañas.

Veámoslo en alzado, con el suelo y cielo raso, como hemos visto a lo largo de la lección.

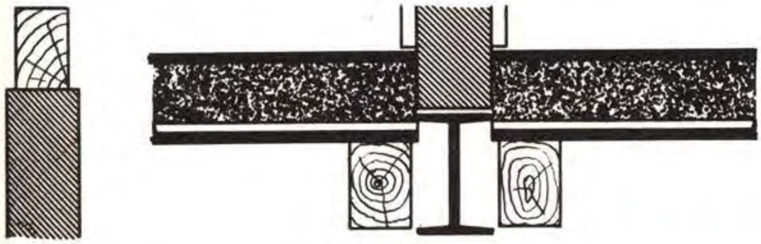


Vigas paredañas.

El espesor de las vigas paredañas es suficiente con que sea la mitad, dado que el esfuerzo de carga está repartido por su proximidad.

Si el muro no pasa el techo se coloca una viga encima de él a modo de solera.

Si es el caso contrario (corriente, pero posible), o sea que el muro esté en el piso superior y no prolongue al de abajo, la carga, siempre que no sea muy ligera, irá soportada por una vigueta de hierro flanqueada por las de madera.



Flanqueo de un muro interrumpido por vigas.

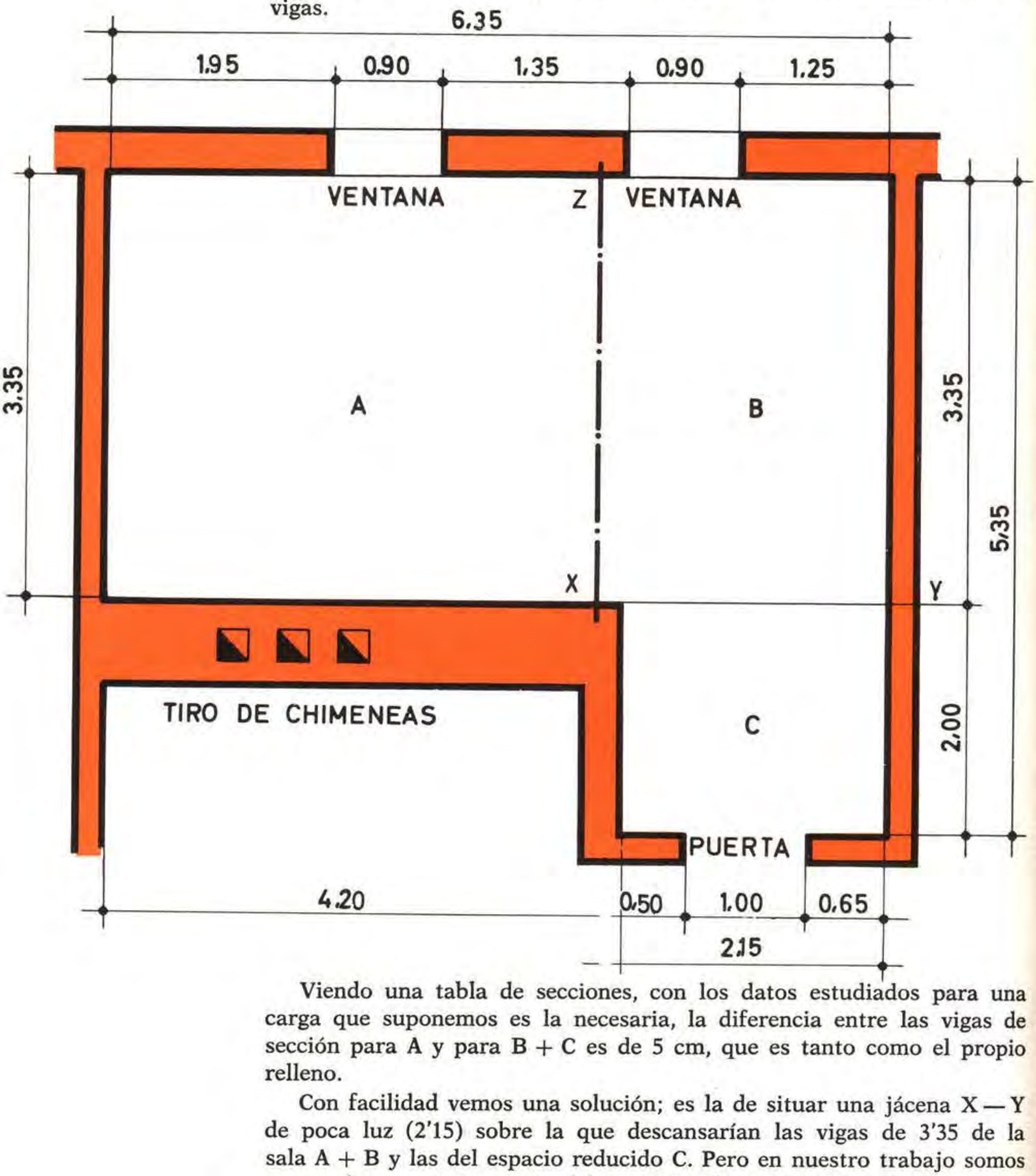
Todas las piezas de madera deben ir separadas de las subidas de humos por lo menos 10 cm.

Cuando las dimensiones de la sala requieren luces no admitidas por la madera de sección normal, se consigue la solución con una jácena de hierro o una viga mayor, colocada de modo que el reparto de las vigas normales sea posible con el menor número de éstas.

Veamos la sala a estudiar dividida por nosotros en tres partes (A, B y C), para estudiar la repartición de vigas del modo más conveniente.

Es una pieza de grandes dimensiones, con un apéndice de entrada. Inmediatamente elegimos el paño de pared mayor para reducir luces de vigas. Éste es el de 6'35 m; pero el espacio de entrada prolonga las luces en la parte B + C a 5'35 m, medida casi tope en luces para ma-

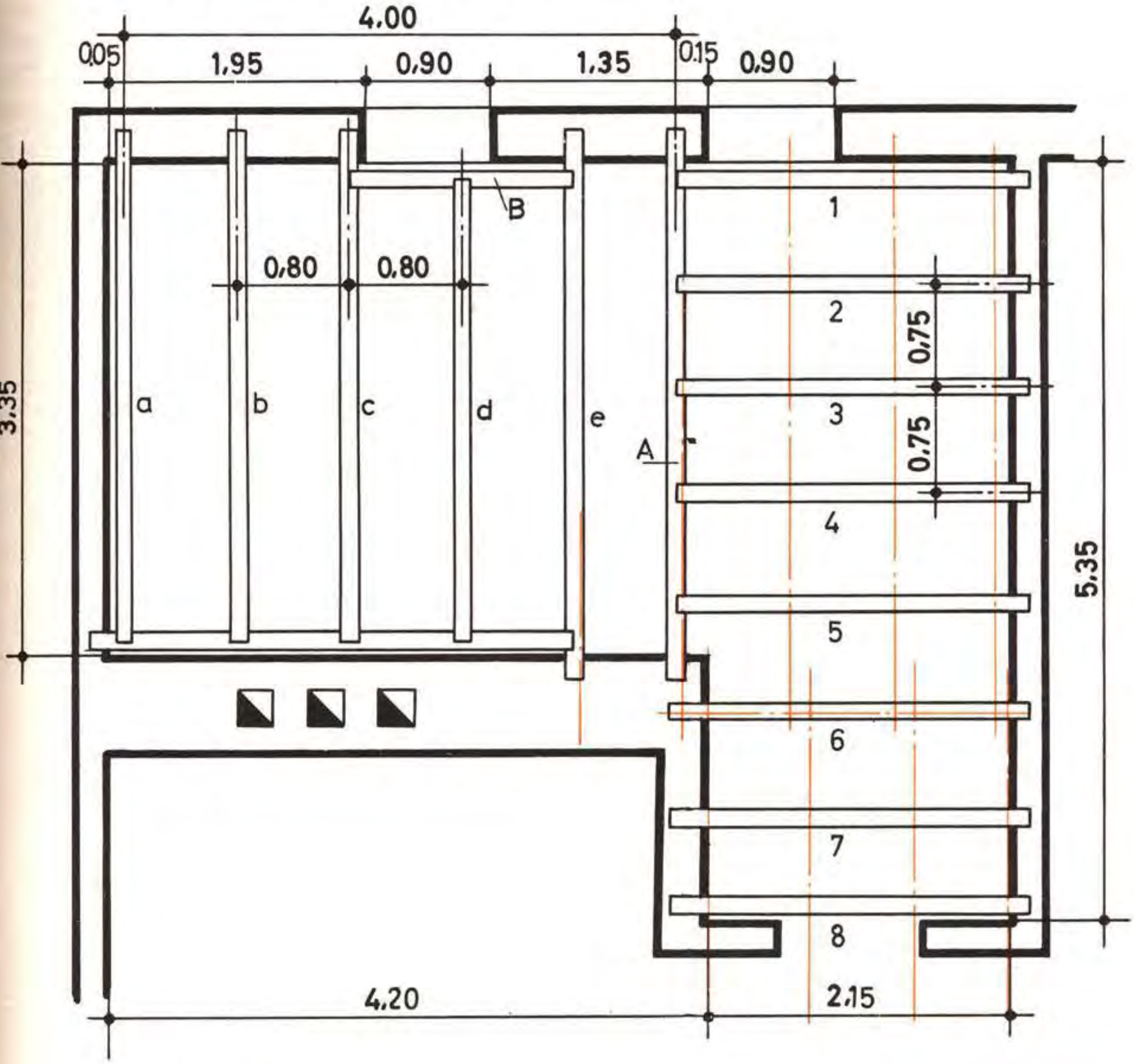
dera. Además, la diferencia de seciones entre las luces de la parte A, de 3'35, y las de B + C (5'35) nos obligaría a desnivelar demasiado las vigas.



Viendo una tabla de secciones, con los datos estudiados para una carga que suponemos es la necesaria, la diferencia entre las vigas de sección para A y para B + C es de 5 cm, que es tanto como el propio relleno.

Con facilidad vemos una solución; es la de situar una jácena X — Y de poca luz (2'15) sobre la que descansarían las vigas de 3'35 de la sala A + B y las del espacio reducido C. Pero en nuestro trabajo somos escrupulosos y únicamente debemos decidirnos por la solución mejor. ¿Es que no hay otra? La construcción, valga el símil, es como un tablero de ajedrez. Entre todas las jugadas posibles, una es la mejor. El buen jugador o el buen proyectista pensará todas, pero dará únicamente ésa.

Veamos la sala dividida en dos partes, A y B + C, pero con luces para esta última de vigas en el sentido de la jácena X — Y de 2'15. Con ello reducimos la sección en dicho espacio B + C.



Puesto que dichas vigas irán normales a las del espacio A, la línea divisoria será una jácena X — Z de más luz que la X — Y, la que tendrá dos utilidades: la de viga para el espacio A y de jácena para el B. Veamos lo dicho en el plano construido.

Analicemos de paso las soluciones de ventanas, puertas y chimeneas con lo estudiado al principio, o sea colocando *brocheles* para soportar las vigas, que de otro modo quedarían sin apoyo.

Con línea de ejes en color se ha marcado la solución anterior del espacio A + B, con C por separado. Vemos que con el sistema descartado teníamos dos brocheles, más el de una ventana y el de la puerta, construcción siempre engorrosa y que debilita un tanto el sistema.

Sección para luces 3.50 y carga 90 Kg. cm.² o carga por metro lineal 300 Kgs. corresponde una Sección de vigas de 12 x 16

A VIGA RESISTENTE (JACENA) 16 x 18

B BROCHAL 13 x 16

C BROCHAL para mantenerse a más de 10 cm. de la subida de humos 16 x 18

a) media viga 6 x 16

b, c, d, e) vigas 12 x 16

Sección para luces 2.15

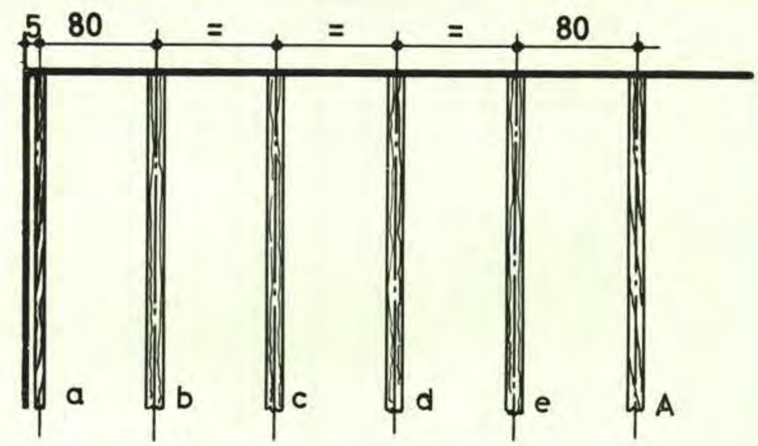
Vigas de 12 x 12 (n.os 2, 3, 4, 5, 6 y 7)

Medias vigas 6 x 12 (n.os 1 y 8)

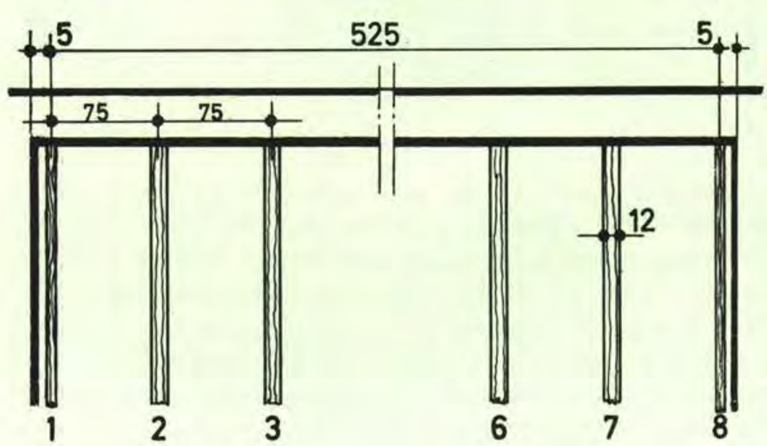
COMO PRINCIPIO SEPARACION ENTRE EJES DE VIGAS MAX. 0'80 m

Veamos, de acuerdo con lo establecido para el presente caso, el repartimiento de las vigas del modo ya estudiado al principio.

La jácena A, que corresponde al espacio de la ventana, irá retirada de la esquina del muro unos 15 cm, necesarios para evitar desmoronamiento. Así, pues, el espacio a repartir en la primera parte A será sobre el muro de 4'20, que descontando los 15 cm previstos para el buen apoyo de la jácena A más los 5 cm que median de separación entre el centro de la media viga *a* a la pared, quedan útiles 4 m que divididos por los 80 cm de espacio da un total de 6 vigas, contando la jácena A.



Para la segunda parte, tal como hemos quedado B + C, la longitud a repartir es de 5'35 menos los 5 cm que deben quedar entre el centro de la media viga 1 y la pared y otros 5 cm entre el centro de la media viga 8 y la pared, es decir, menos 10 cm, con lo que la distancia total a repartir es de 5'25 m.



El espacio 5'25 a distancias de 75 cm, por ser de menor sección las vigas, nos da 7 espacios, o sea 8 vigas, dos de las cuales, las de la pared, son medias.

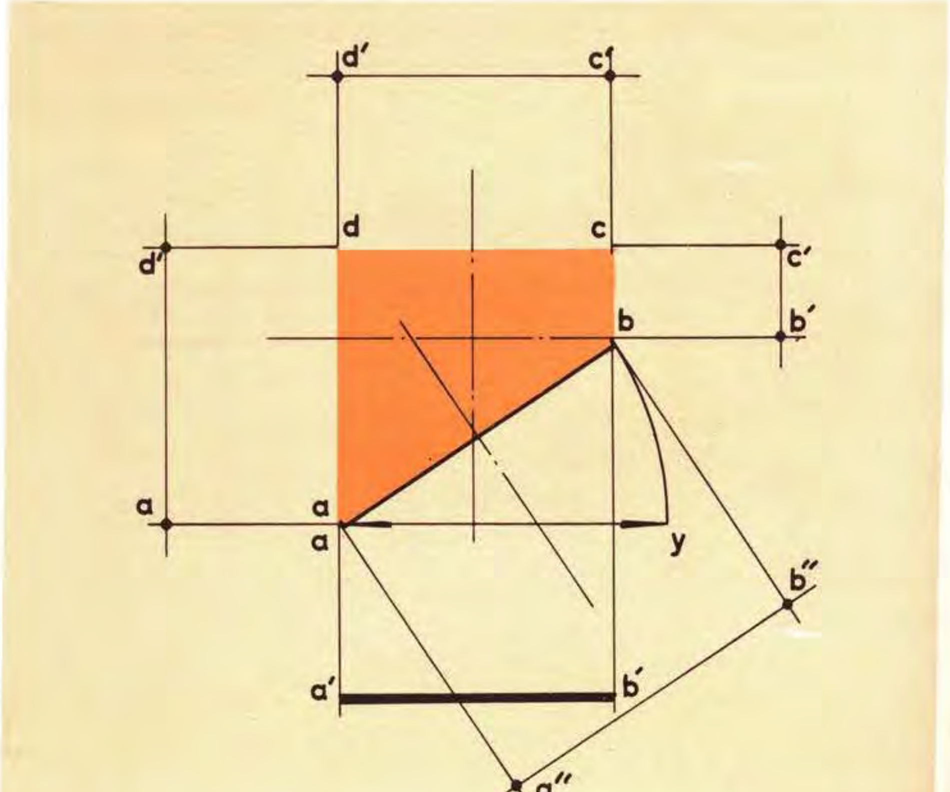
Repasemos el dibujo de la figura   para estar convencidos de que hemos solucionado el problema con todo detalle. Diremos como final, y para cerrar esta parte de forjado de suelos, que los datos de las secciones y distancias de las vigas entre sí son particulares del arquitecto, que ha de estudiar las cargas que deben soportar como punto de partida; pero que nosotros podemos encontrar fácilmente en tablas, teniendo como base, en los casos de aproximación, que es preferible tomar siempre las medidas con exceso de seguridad cuando están entre dos datos.

Proyectos 7

PROYECTOS DE INTERIORES EN PROYECCION ORTOGONAL

El proyecto, puesto que de volúmenes se trata, ha de estar definido sobre los planos por una proyección para que, al igual que cualquier figura, conozcamos su valor real en todas sus dimensiones (ancho, largo y alto). Con una diferencia esencial en esta nueva aplicación de la proyección, y es que no es el volumen de la habitación el que proyectamos sobre los planos del sistema (descritos en el plano del papel), sino los volúmenes de su interior sobre los planos de las paredes, que hemos de imaginar ortogonales aunque no lo sean.

Supongamos la planta de una habitación irregular, un cuadrilátero, dos de cuyos ángulos por ejemplo no sean rectos.

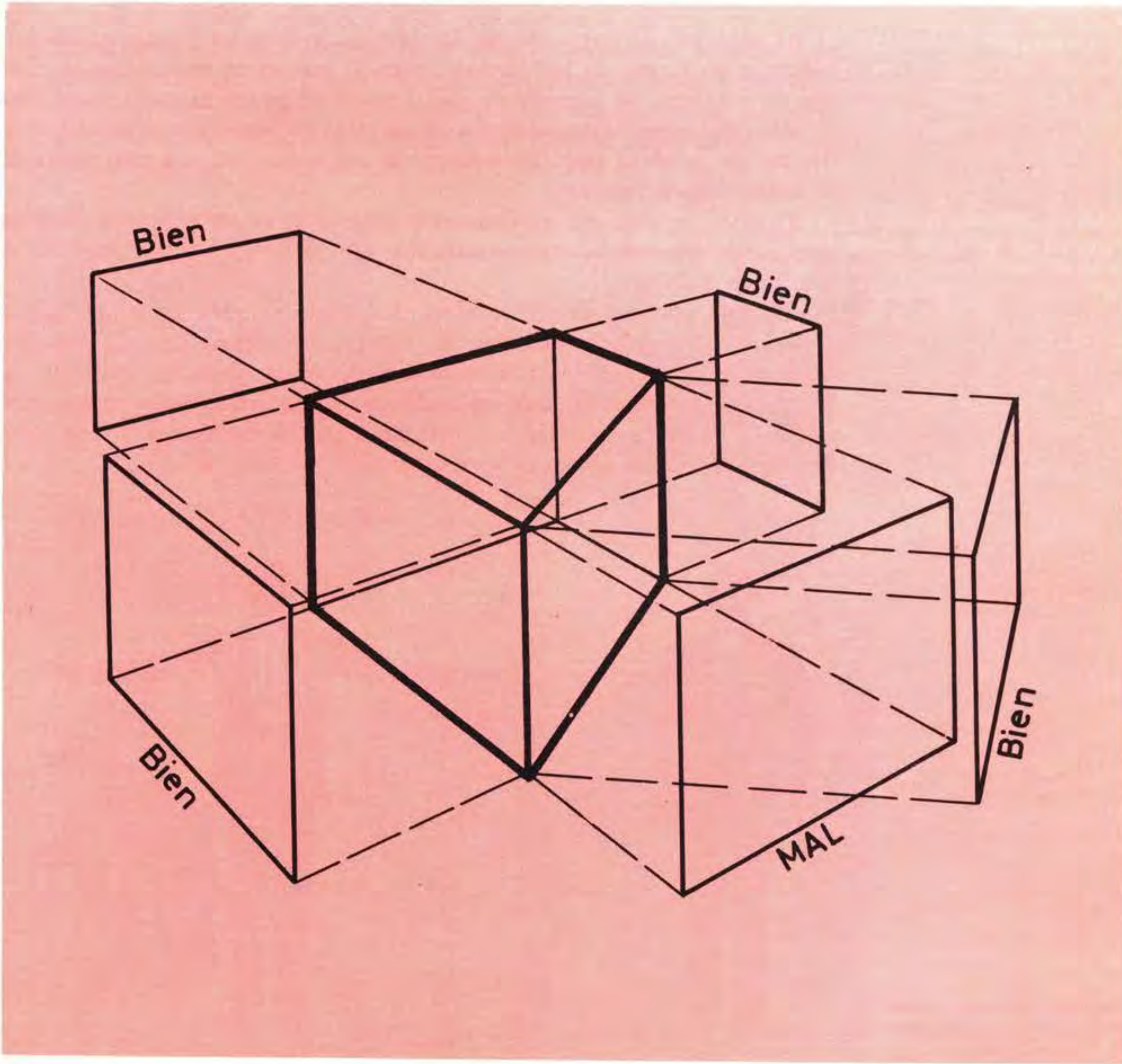


Dicha proyección nos dará el valor real de los otros tres lados. No así el del lado comprendido entre los ángulos no rectos, cuya proyección, por ser ortogonal, es normal a los ejes perpendiculares que definen la proyección de la figura.

El valor de este cuarto lado es, por no ser normal al eje (o dicho de otro modo paralelo al plano de proyección), de un valor aparente.

El caso que es correcto en cualquier proyección de una figura no lo es en esta variante, de la que nos apartaremos como caso especial por necesitar el valor real del lado formado por una de las paredes. La proyección, pues, se individualiza para cada uno de los planos formados por las paredes, haciéndose normal a ellas indistintamente del conjunto.

Veamos esto mismo en volumen, en una perspectiva que facilite la idea; y en planta, puesto que la perspectiva carece de valores reales en cuanto no sean los paralelos al plano.



Entendido esto y el porqué, olvidaremos la proyección en conjunto para hacerla siempre referida a cada plano formado por la pared de la habitación.

Así, pues, tomemos como ejemplo, para empezar, el interior de una habitación destinada a dormitorio.

Si hemos de proyectar dicha habitación individualmente a toda otra cosa que el mero hecho de ser un recinto habitable, esto no tiene grandes problemas. Existe además una serie de principios a los cuales debemos atenernos, que obligan al proyectista a jugar con un tablero de ajedrez, del cual es difícil mover una pieza sin desmarcar otra.

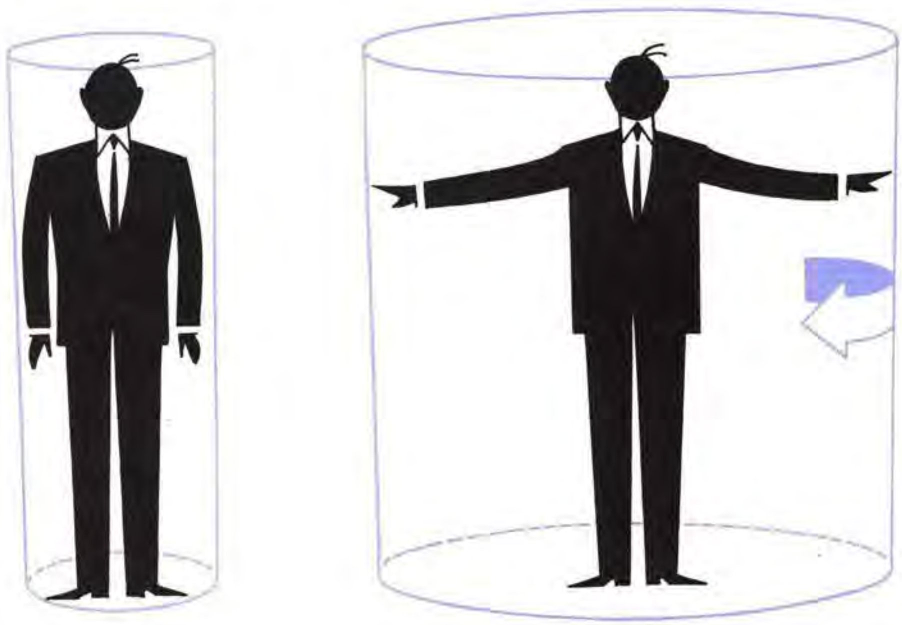
Podemos definirlos en tres grupos.

ESPACIO

Al efectuar un proyecto de interior o, lo que es lo mismo, de un volumen en forma de habitación ocupado por otros volúmenes en forma de muebles, se comprende que hemos de poner atención para que la suma del espacio ocupada por éstos, más la necesaria al movimiento dentro de la pieza por sus ocupantes, no supere el volumen total de la habitación a ocupar.

El hombre, con sus movimientos naturales, es un volumen variable que ha de tenerse en cuenta siempre que planeemos un espacio en el que debe habitar.

Girando con los brazos unidos, el espacio es más reducido que si lo hace con éstos extendidos. El volumen formado por un cilindro imaginario es en este caso bien diferente. Recordemos las lecciones de la proporción humana, que no podremos dejar en cuanto empecemos cualquier proyecto habitable o utilizable por el hombre y dependiente del espacio que ocupan sus movimientos al utilizarlo.



Idea del volumen desarrollado en el movimiento de un hombre.

Para ello necesitaremos conocer con exactitud las medidas normalizadas de cuanto puede ocupar una habitación; y tener facilidad de creación de las que son libres, relacionándolas siempre al cuerpo humano.

Un sillón, por ejemplo, es algo lógico. Pensada su utilización podremos aceptar cierta variante de medidas por lo menos en un sentido (el de amplitud), ajustándonos en cambio a otras medidas casi estandarizadas. En otros elementos las medidas normalizadas nos facilitan el trabajo.

Como primera medida, cuando vayamos a proyectar una cualquiera de estas partes de una vivienda, en cartulina, y a la escala indicada, recortaremos unos rectángulos de las distintas plantas que ocuparán la sala.

El número de piezas será una variante condicionada a la idea del proyecto; pero el mérito en esta partida a jugar es el de la mejor solución con el menor espacio, puesto que éste es directamente proporcional al coste de la construcción y al gran problema a solucionar. Entonces el número de piezas en una habitación, lo mismo que el de habitaciones en una vivienda, se reduce a lo estrictamente necesario. Es un buen proyectista el que calibra con certeza hasta dónde puede llegar ese estricto necesario.



Proporción o idea principal del trabajo.

DATOS PARA UNA HABITACION DESTINADA A DORMITORIO

(Espacio estricto necesario)

PUERTAS HABITACION

2 × 0'60	2'10 × 0'65	1'80 × 0'60
2 × 0'65	2'10 × 0'70	1'90 × 0'60
2 × 0'70	2'10 × 0'80	1'90 × 0'65
		1'70 × 0'60

VENTANAS CON PERSIANA

Verticales	Apaisadas
1'10 × 0'90	1 × 1'20
1 × 1	1'10 × 1'30
1'10 × 1	1'20 × 1'40
1'20 × 1	1'20 × 1'50
1'30 × 1'10	1'30 × 1'60
1'30 × 1'20	1'20 × 1'80
1'30 × 1'30	1'30 × 2

VENTANAS DE DOS HOJAS

Verticales	Apaisadas
1 × 0'70	0'70 × 0'90
1 × 0'80	0'60 × 0'80
1'10 × 0'90	0'60 × 1
1'20 × 0'80	0'80 × 1
1'20 × 0'90	0'90 × 1'10
1'20 × 1	1 × 1
	1 × 1'20
	1'10 × 1'30
	1'20 × 1'20
	1'20 × 1'40
	1'10 × 1'50

UNA HOJA	DOS HOJAS
0'35 × 0'55	0'60 × 0'80
0'40 × 0'60	0'70 × 0'90
0'45 × 0'70	0'80 × 1
0'50 × 0'40	
0'60 × 0'40	

BALCONES

Dos hojas	Una hoja
2'10 × 1	2 × 0'65
2'15 × 1'10	2'10 × 0'70
2 × 0'90	2'10 × 0'75
1'93 × 1	2'10 × 0'65
2'03 × 1	1'90 × 0'60
1'93 × 0'90	2 × 0'70

MEDIDAS STANDARD

CAMAS

Tipo	Largo	Ancho
de 1/2 cuerpo	1'90	0'85
de un cuerpo	2	1
de cuerpo y medio	1'05	2'10
de matrimonio	2'10	1'60
de cunas	1'45	0'75

ARMARIOS

Ancho		
3 cuerpos	1'60 a 2	0'60
2 cuerpos	1'35	0'60
1 cuerpo	1'10	0'60

MESILLAS 0'40 × 0'40

TOCADORES COMODAS 1'25 × 0'60

CALZADORES 0'50 × 0'60

GALAN DE NOCHE 0'50 × 0'20

SILLAS 0'50 × 0'45

PUERTAS 0'80 / 1'20

VENTANAS 0'60 / 1'20

PARTES DE UN CONJUNTO

Al proyectar una habitación no podemos olvidar que tanto su forma como los espacios destinados a entrada e iluminación, con las consiguientes puertas y ventanas, dependerá de un conjunto, en cuya mayoría de casos para buscar solución será necesario variar otras partes del proyecto. Esta solución es más difícil con el espacio reducido que con el amplio y con la idea moderna de conjunto que con la de pasillos y deslindes.

EQUILIBRIO ESTETICO

El aspecto exterior de un edificio, siempre que se quiera mantener con una cierta línea, obliga a repartir los huecos de las ventanas bajo un mero principio de belleza, o llamémosle de equilibrio, que corrientemente ha de ser variado por exigencias interiores, pero que a su vez obliga constantemente a éstas.

FORMA Y ESPACIO DEL SOLAR

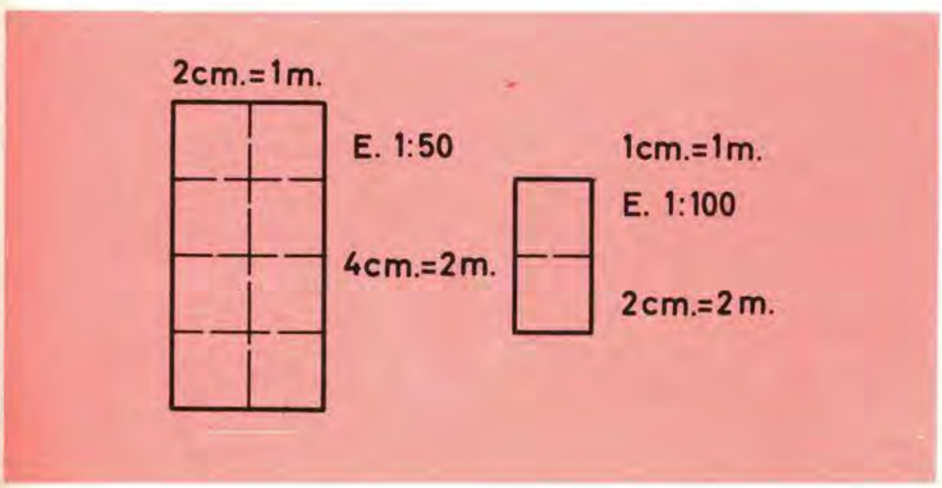
El terreno con que se cuenta, por sus irregularidades, trapezoidales, rómbicas, rectangulares o incluso líneas curvas, obliga a plantas de difícil solución, especialmente si su tamaño no da margen a correcciones en las que se desperdicie terreno aprovechable en jardín.

Así, pues, el proyecto de una habitación no depende tan sólo de ella misma; aunque empezaremos como si efectivamente no dependiera más que de una puerta y una ventana, las cuales, como mínimo, existirán en toda habitación y ocuparán además un espacio en el recorrido de abertura si lo hacen hacia dentro, y solamente de espacio si abren hacia afuera.

El dormitorio depende esencialmente de la cama, y por tanto de la amplitud de ésta.

Como norma general tomaremos la medida 1 × 2 m.

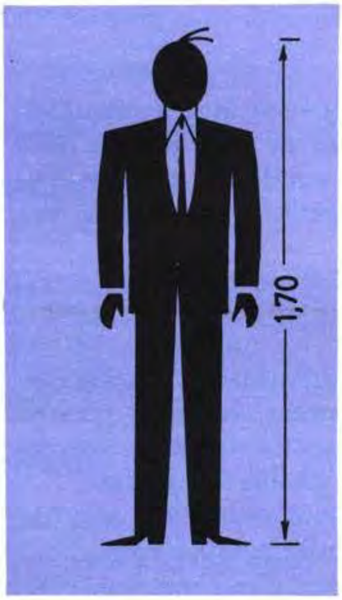
Recortaremos la cartulina rectangular a la escala a que queramos trabajar.

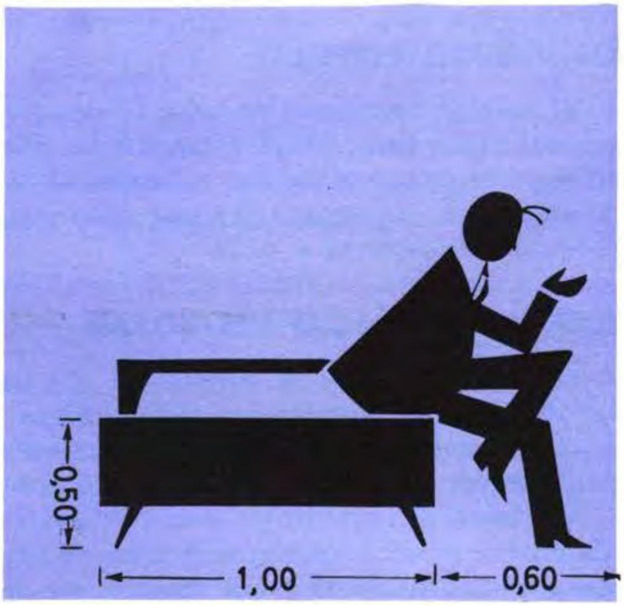


Recorte de cartulinas a escala para el replanteo cómodo de un proyecto.

Recordemos el espacio de movimientos. La cama tiene, excepto en la parte de la cabecera que va adosada a la pared, un servicio, especialmente a ambos lados. Tanto para hacer la cama como para pasar y desnudarse, hemos de contar con los movimientos de un hombre y el espacio necesario para que éstos puedan ser libres, sin agobios. Una cama de 1 m de ancho necesita espacio a ambos lados para que sea posible maniobrar al hacerla.

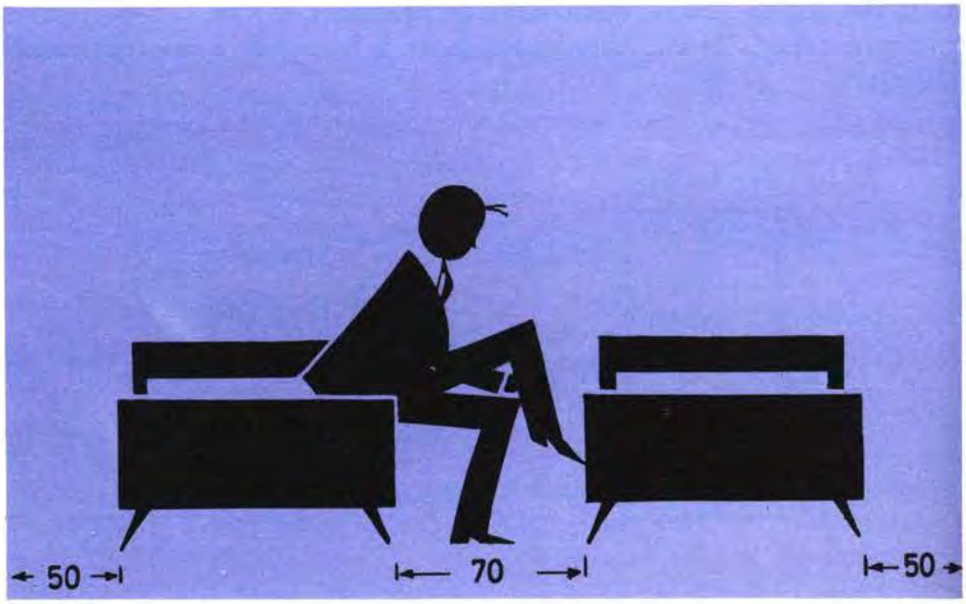
Una persona de 1'70 m de estatura necesita un espacio de movimientos de 0'60 m como mínimo a ambos lados de la cama.



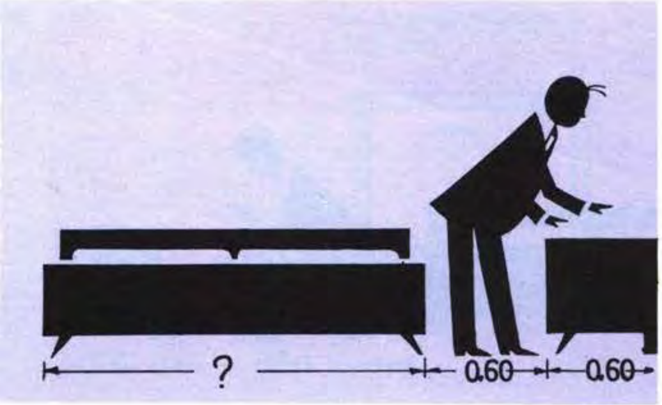


A continuación el mobiliario necesario, o que mejor acomode a nuestra idea, será recortado también en dicha cartulina para maniobrar sobre el espacio teniendo en cuenta su espacio de movimiento.

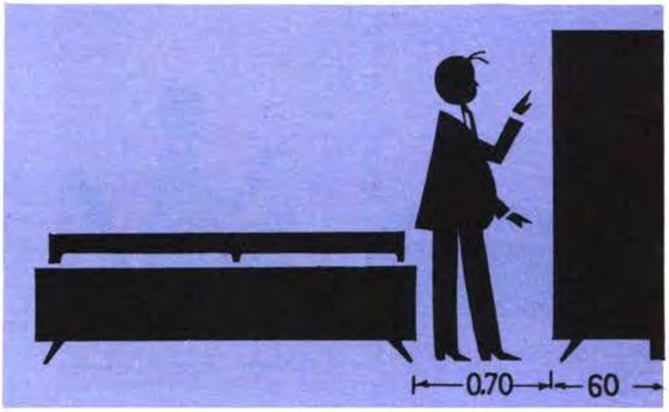
Idea del mínimo espacio necesario.



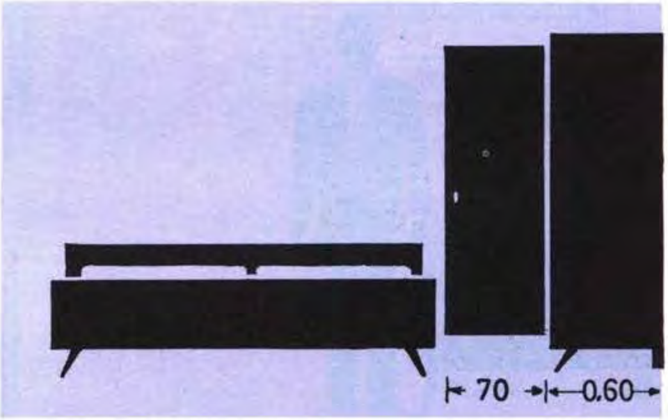
POSIBILIDADES EN SENTIDO TRANSVERSAL DE LA CAMA



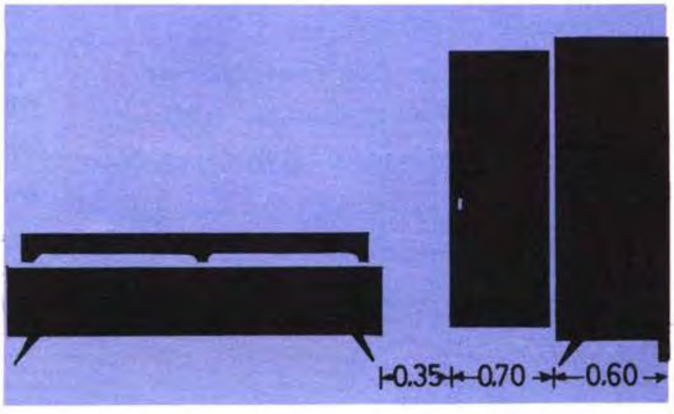
La distancia entre la cama y un mueble bajo será como mínimo de 0'60, medida aproximada del propio mueble.



Si el mueble es alto, esta distancia entre él y la cama es un poco justa para dar la vuelta, con lo que se recomienda 0'70.



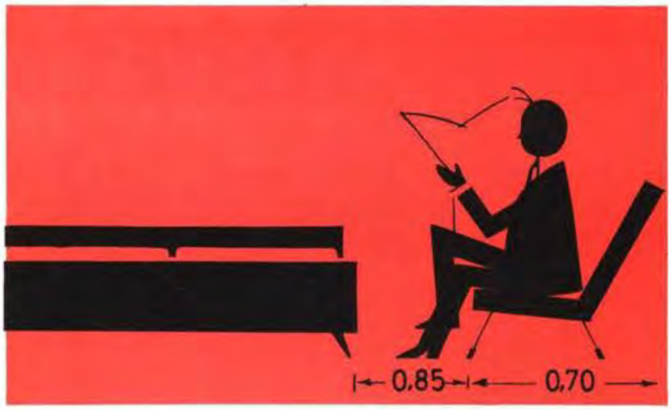
Esta anchura de paso asegura, asimismo, el espacio necesario para abrir la puerta del mueble.



Si esta distancia se aumenta en 0'35 m, con un total de 1'65 entre la puerta abierta y la cama, da lugar a un movimiento fácil que no es necesario superar.

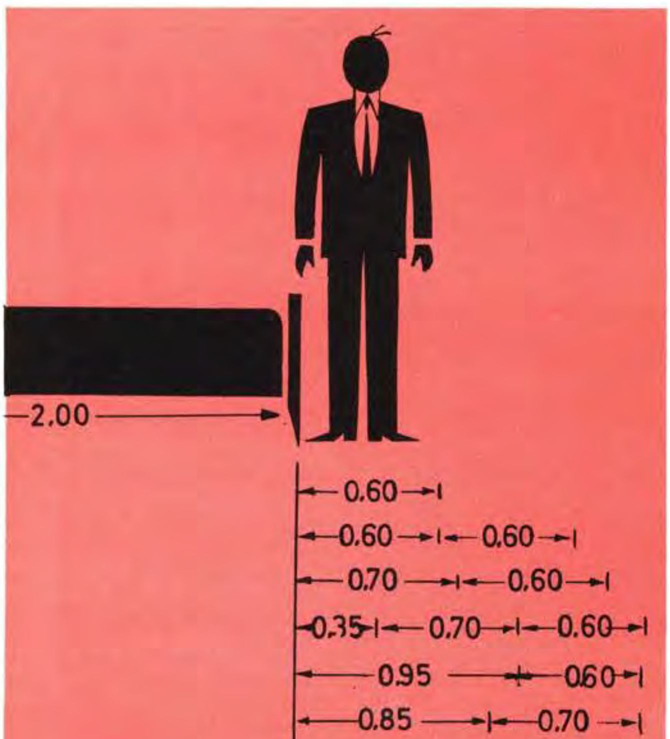


Para el indispensable movimiento de cuclillas —el caso de abrir un cajón bajo de un mueble—, el espacio mínimo es de 0'95.
La distancia total necesaria se acrecienta a 1'55 m.



Con este total de 1'55 m el espacio permite cualquier otro tipo de mueble de dormitorio.

POSIBILIDADES EN SENTIDO LONGITUDINAL DE LA CAMA



Con la constante de 2 m. para la cama, las otras medidas debemos interpretarlas como en los casos anteriores.

espacio para el paso de un hombre

espacio + mueble bajo

espacio + mueble alto

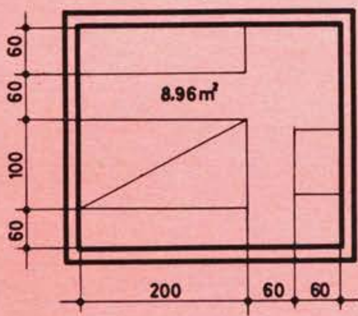
suma de espacios para movimiento holgado + mueble

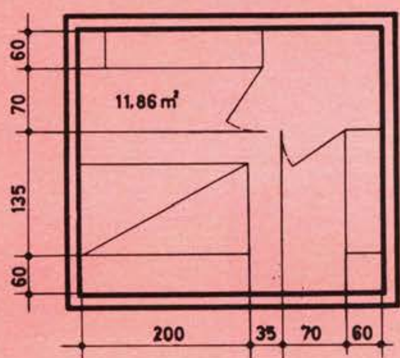
espacio movimiento cuclillas + mueble

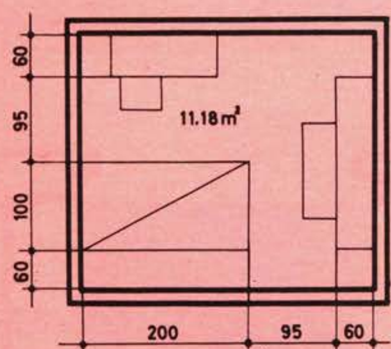
espacio con otro tipo de mueble (ejemplo butaca)

Combinaciones razonadas de distribucion de muebles en dormitorios

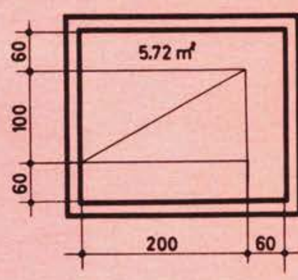
Con longitud mayor de 2'60 m.

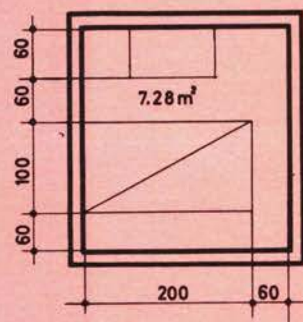


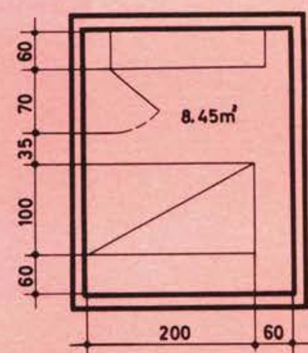


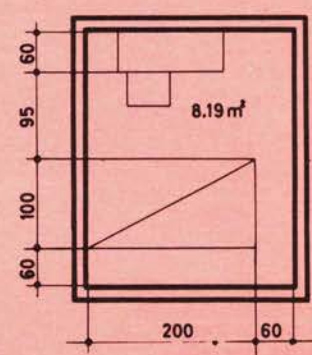


Con longitud mínima de 2'00 + 0'60



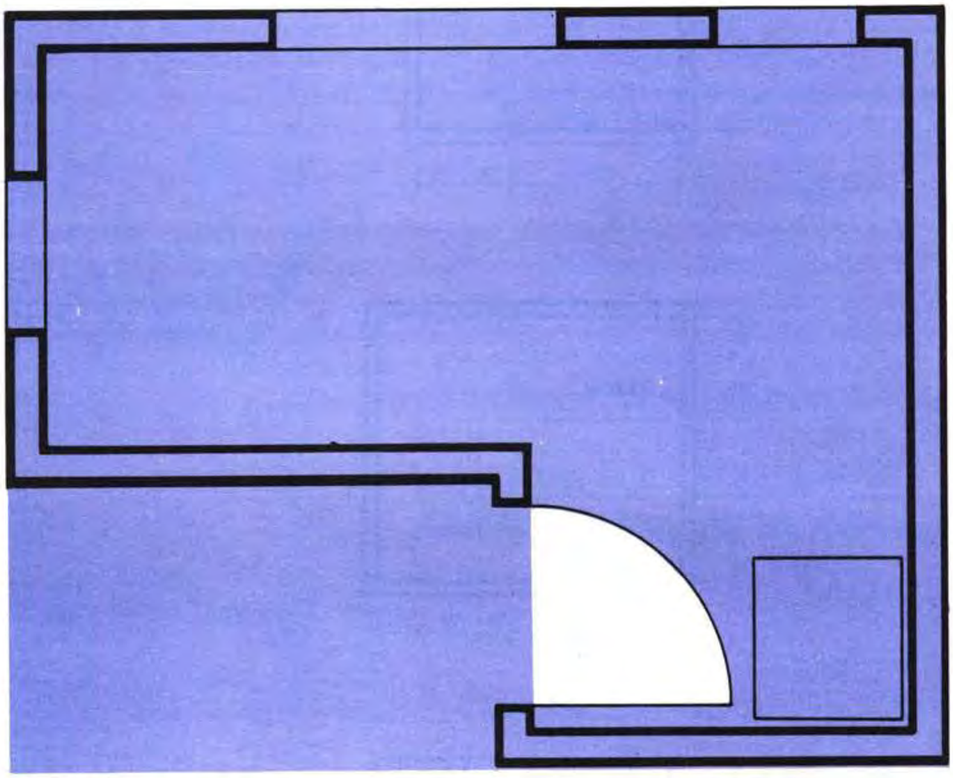


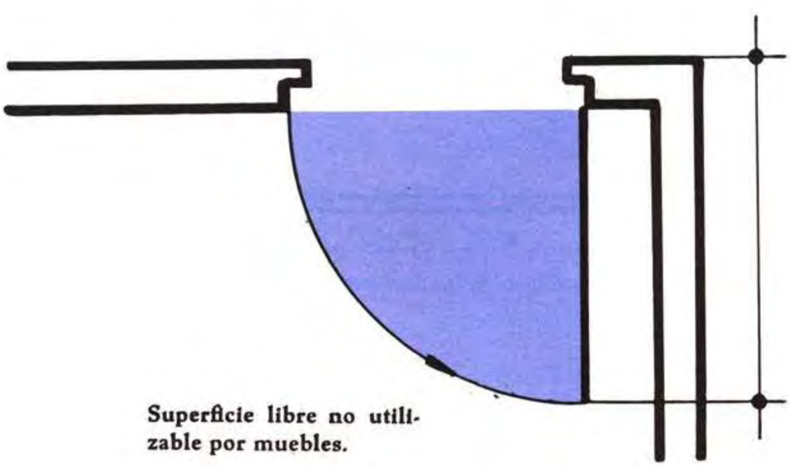




Sobre todos estos resultados y los que pueden surgir entre cualquier medida de uno simple con otro compuesto, por ejemplo, el simple n.° 4 con el compuesto n.° 2, obtendremos un nuevo cuarto de medidas intermedias.

Veamos lo que significa el espacio de una puerta en un cuarto cualquiera o habitación. Por lo menos el espacio ya estudiado de 0'60 necesario para el movimiento de la persona y además el alojamiento de la puerta, que naturalmente tenderá a buscarse quede alojada en una pared con posibilidad en ángulo recto.



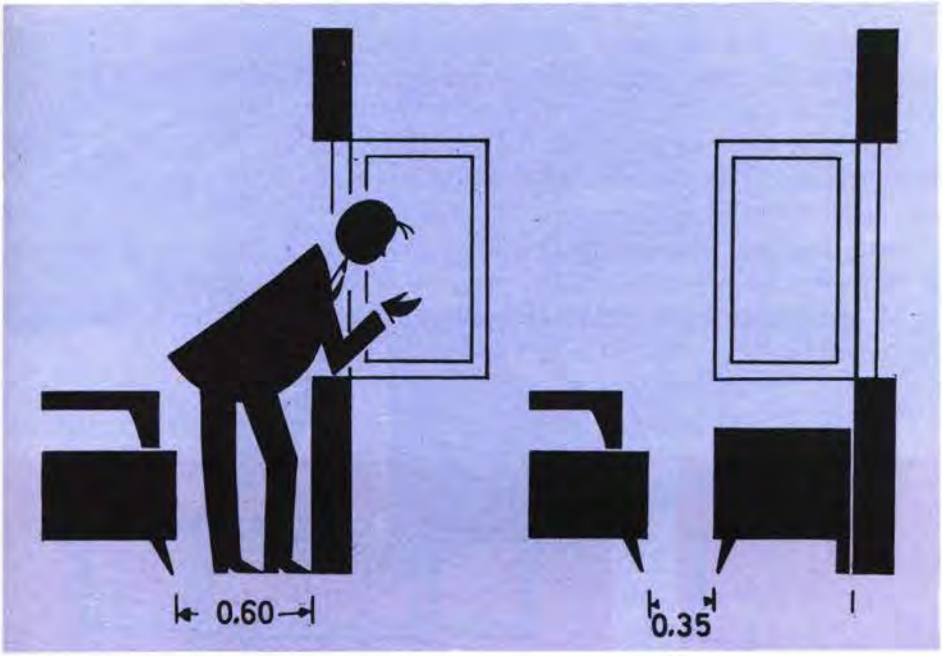


Barrido de puertas o espacio inutilizado por ellas.

Superficie libre no utilizable por muebles.

El caso de las ventanas es similar, pero existe posibilidad de aprovechar el espacio bajo ellas con un mueble de poca altura.

El espacio útil será de 0'60 m con mueble bajo detrás si abre al exterior; y de la medida de la hoja más 0'35 m si abre hacia el interior.

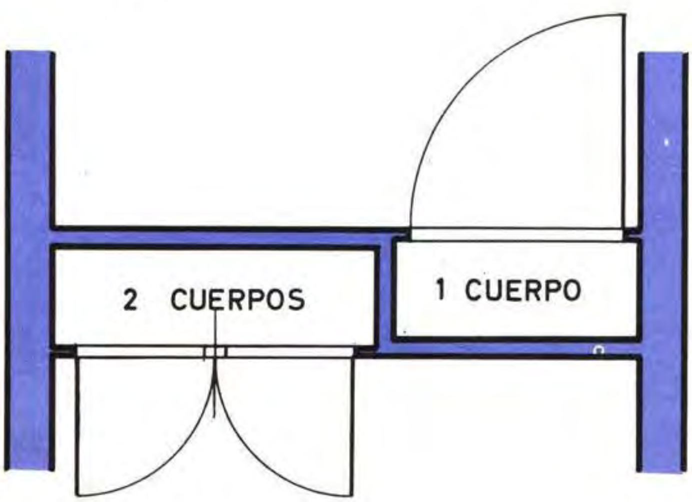


ARMARIOS EMPOTRADOS

La solución de hundir el armario en la obra, o sea de empotrarlo, encuentra una ventaja útil y otra decorativa por lo menos.

Los huecos necesarios a ambos lados del mueble desaparecen; y a pesar de que en ocasiones, por alojamiento de la puerta y terreno de movimiento, sea mejor no empotrarlo, como norma general, siempre que se aproveche el hueco para dos habitaciones contiguas las ventajas de espacio son mejores.

La altura en los armarios empotrados es con frecuencia mayor que en los de mueble, pues se acostumbra llevarlos hasta el techo.



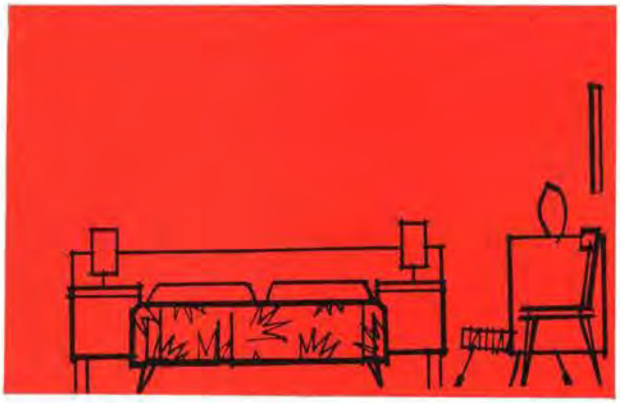
Espacio útil con armarios empotrados en forma de S.

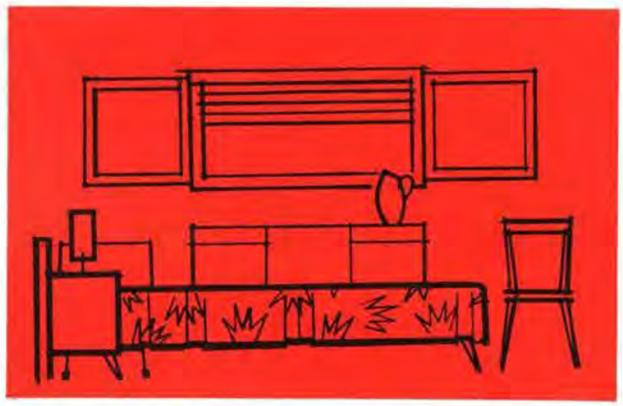
Conocidos los datos fundamentales y elementos básicos del interior, proyectemos ortogonalmente una habitación de concepción parecida a las estudiadas

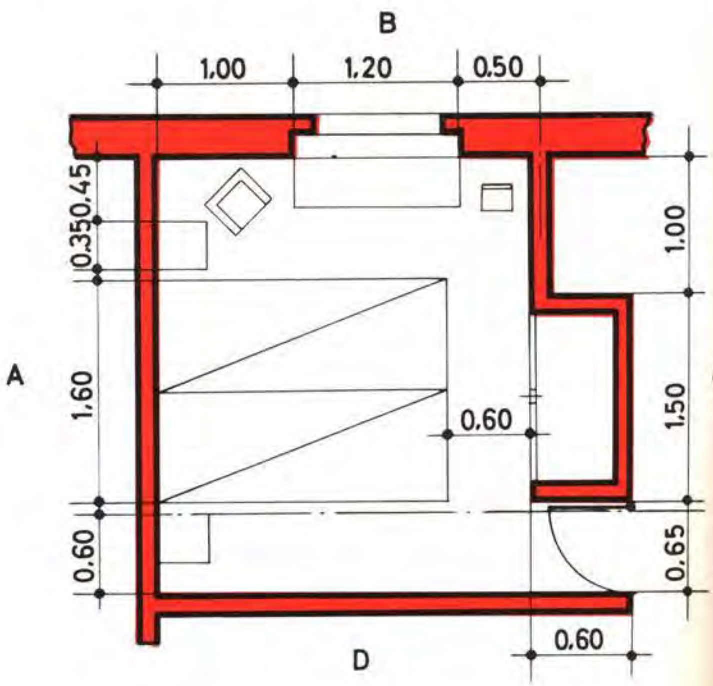
La proyección en cada una de las paredes está elegida según convenga para la mejor visión. La B, por ejemplo, desde el corte f-g, con lo cual vemos la cama y cuanto hay detrás hasta la pared del plano B. A diferencia del dibujo industrial, hay que procurar hacer los cortes sin seccionar el mobiliario. Asimismo se prescinde del trazo de líneas ocultas.

Para que las vistas no queden boca abajo según se mira, el despiece se hace en serie, en vez de cruz como en el dibujo industrial.

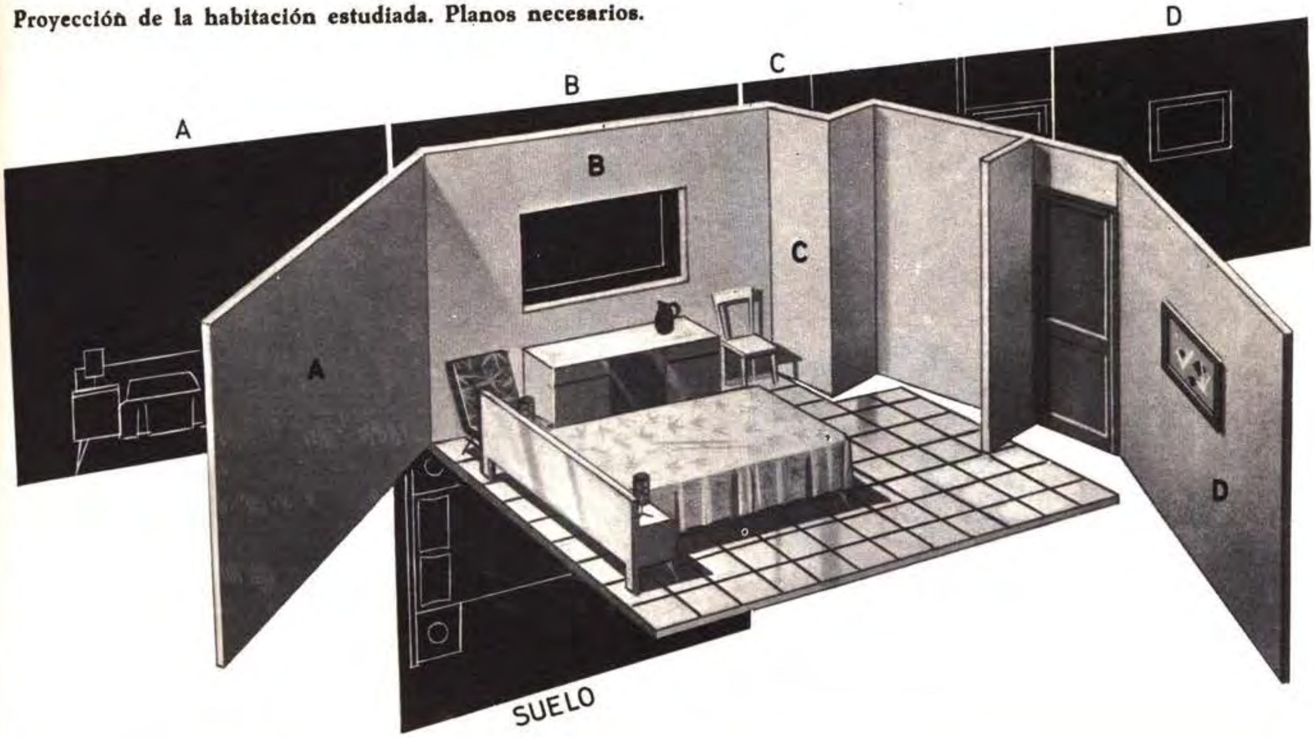
El estudio de medidas se efectúa sobre un papel milimetrado que existe a tal fin para facilitar el trabajo.

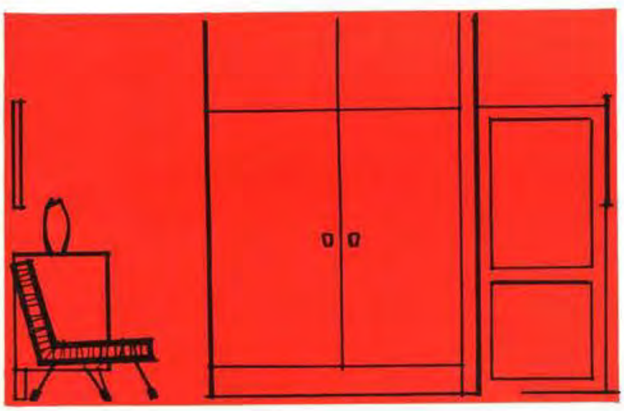


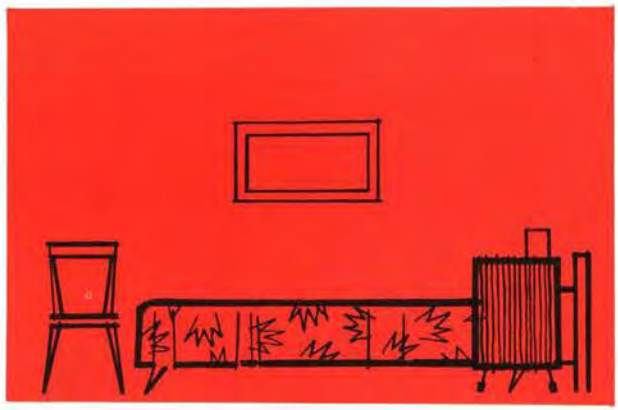




Proyección de la habitación estudiada. Planos necesarios.

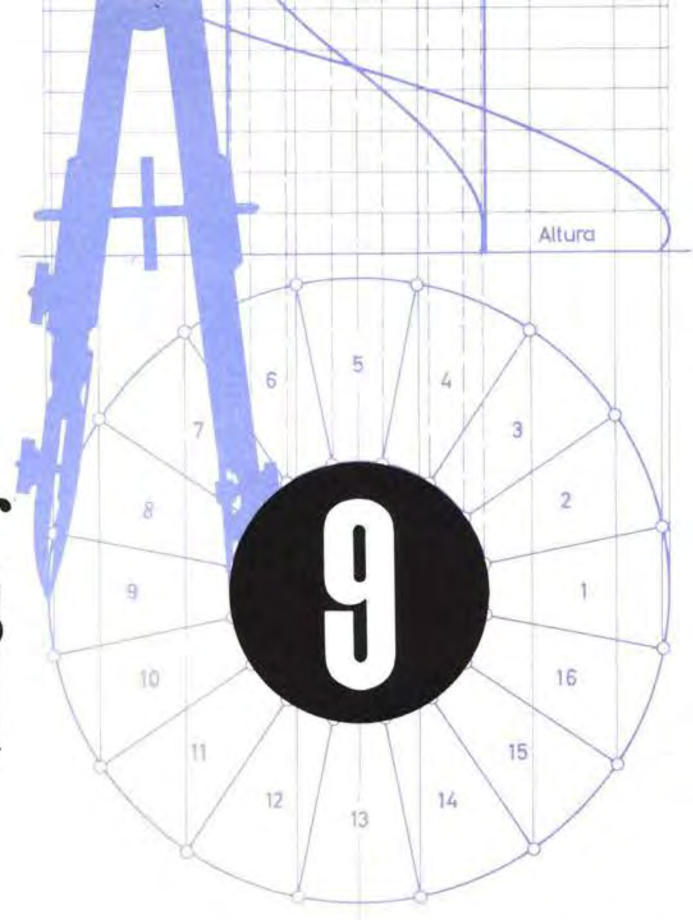






DC 24
DG 41

Proyectar es fácil





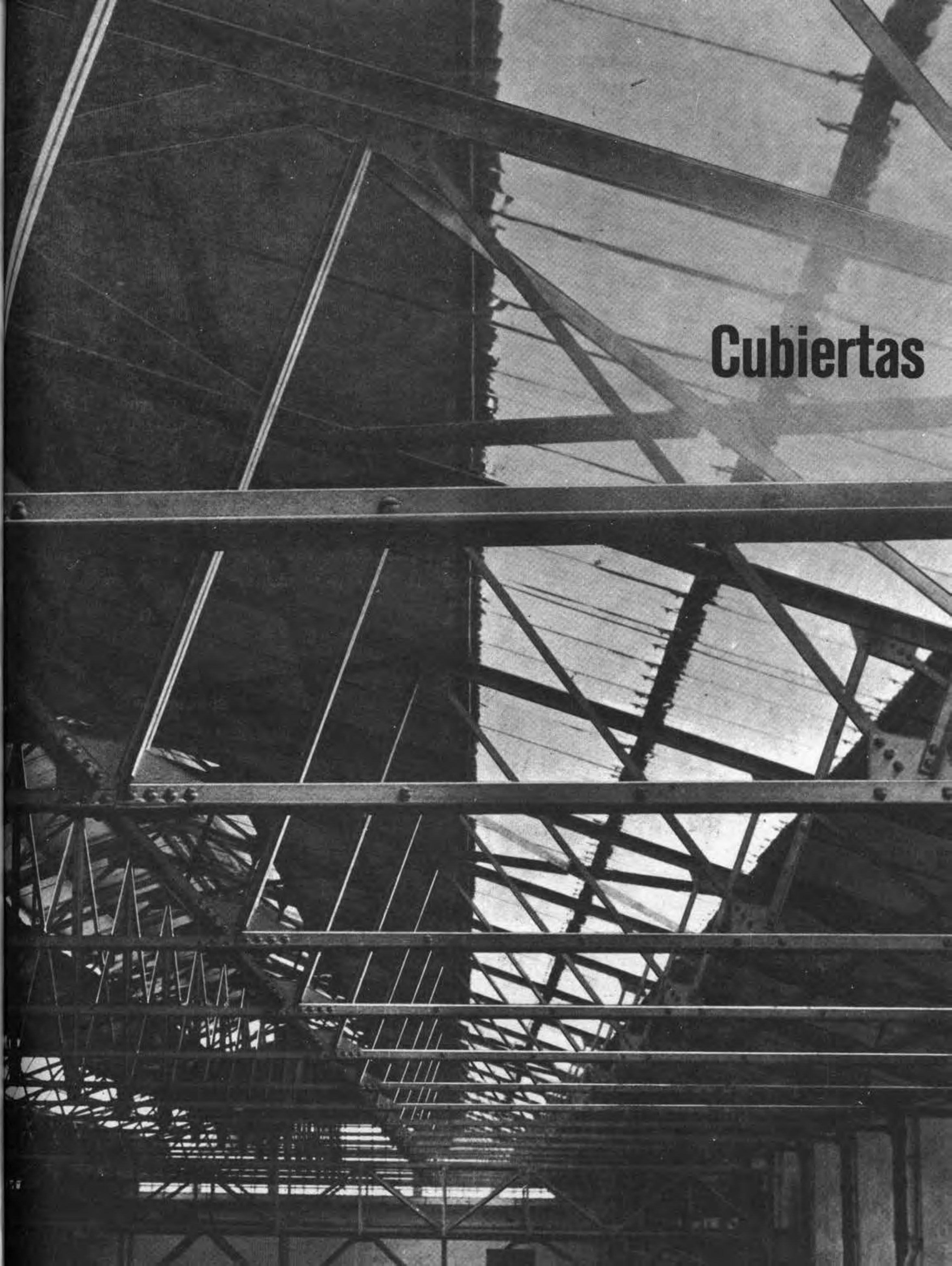
CONSTRUCCION

Lección 7
TECNOLOGIA
Cubiertas, azoteas
terrados y tejados

Lección 8
PROYECTOS
Composición de espacios:
Comedor-Sala de estar

Lección 9
PRACTICAS DE DIBUJO
Estructura de
hormigón armado

Cubiertas



Tecnología y cálculos de la construcción 7

TECNOLOGIA: CUBIERTAS

El final de los edificios o construcciones en su parte más alta va rematado por las llamadas CUBIERTAS, las cuales, como su nombre indica, tienen como misión servir de defensa contra las inclemencias del tiempo o de cualquier otro agente exterior perturbador.

No todas las cubiertas obedecen a un mismo tipo ni se construyen arbitrariamente a gusto del consumidor, sino que se tiene en cuenta principalmente las características que deben poseer para hacerlas más idóneas al clima o medio ambiente imperante.

Por este motivo surge en seguida la necesidad de una clasificación; clasificación que podemos establecer en dos grandes grupos de características esenciales distintas, a saber:

a) Azoteas, terrazas o terrados; y
b) Tejados, bóvedas y cúpulas.

Las primeras se caracterizan por ser en realidad una continuación de los suelos, si bien un poco más reforzados desde el punto de vista aislamiento, y por estar dotadas de una pendiente única, necesaria para desalojar el agua de lluvia.

Este tipo de cubierta es propio de climas cálidos o benignos, donde la lluvia no suele ser torrencial y la ausencia de nevadas es prácticamente total, pues la nieve, al endurecerse, sobrecargaría de peso la cubierta con el consiguiente peligro de derrumbe.

Las segundas son propias de climas fríos o rigurosos, pues su característica principal es la de marcada pendiente que presentan, a fin de permitir una evacuación más rápida del agua de lluvia y, sobre todo, impedir que la nieve se amontone. No son, sin embargo, privativas de estos climas, ya que debido al bello aspecto que pueden presentar en una variadísima gama de formas son también adoptadas en otros tipos de climas.

Vamos a dar comienzo en este capítulo por el estudio de las primeras, siempre desde el punto de vista del delineante de la construcción.

a) AZOTEAS O TERRADOS

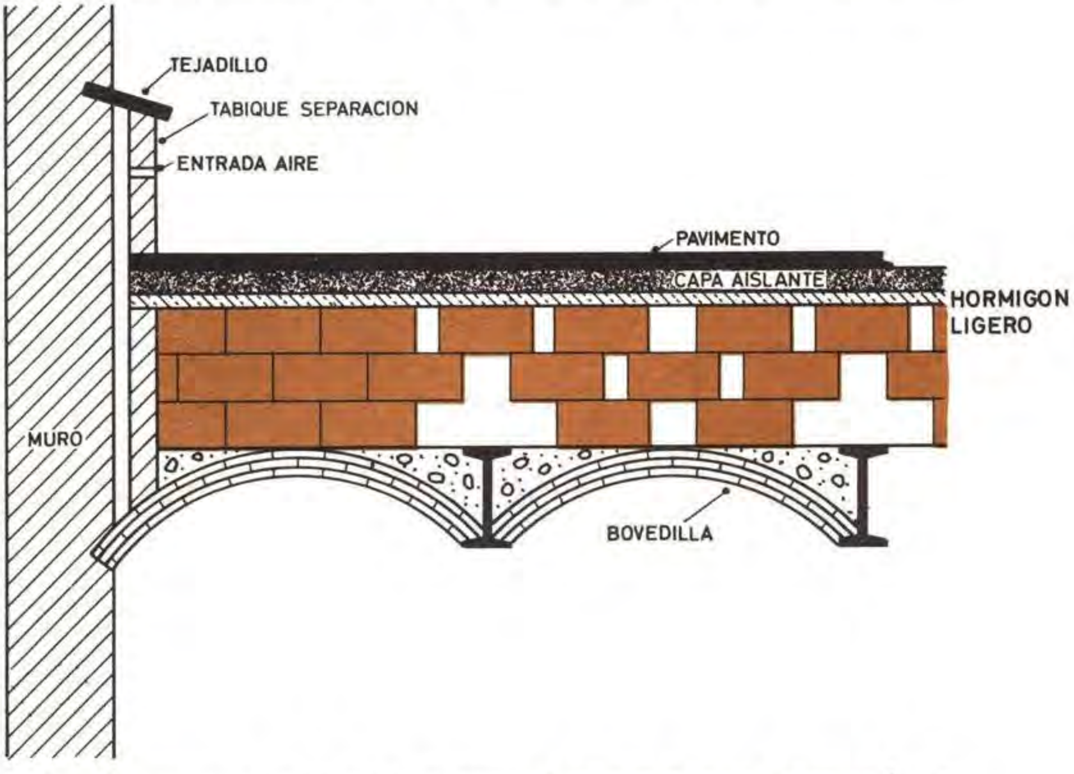
Este sistema, que, como queda dicho, es semejante a un suelo más, no tiene innovaciones propiamente dichas. Ya en la lección anterior se han descrito los modelos más generalizados. Aquí, pues, vamos a ampliar únicamente los conocimientos necesarios dentro del fin propuesto de la interpretación.

Vamos a estudiar, ante todo, la llamada AZOTEA A LA CATALANA, por ser la primera de las prácticamente utilizadas.

Sobre un entramado de vigas de madera, hierro o modernamente prefabricados de hormigón, se construyen unas bovedillas de rasilla, la primera de las cuales va tomada con mortero de yeso, por ser la que en realidad necesita rapidez de fraguado. Las otras dos se elaboran con mortero de cal y arena.

Sobre la parte alta de la bóveda, a unos 40 centímetros, se construyen unos tabicados ligeros con faldas para la buena circulación del aire.

A base de tres alturas de canto, como mínimo, van aumentando, de acuerdo con la pendiente, desde un 2 a un 5 por 100 máximo. Sobre estos tabicados va tendida la solera, a base de otras capas de rasilla.



La última capa es de calidad especial menos porosa, pues se le encomienda la mayor parte de la defensa contra el agua, ya que los otros materiales aislantes no ofrecen plena seguridad debido a sus dilataciones, especialmente en climas calurosos.

Esta última capa de rasilla, que se denomina también catalana de hoja delgada, se acostumbra poner en forma de espina de pez, dándole luego una lechada de cemento, asfalto u otro compuesto similar para cubrir bien las juntas.

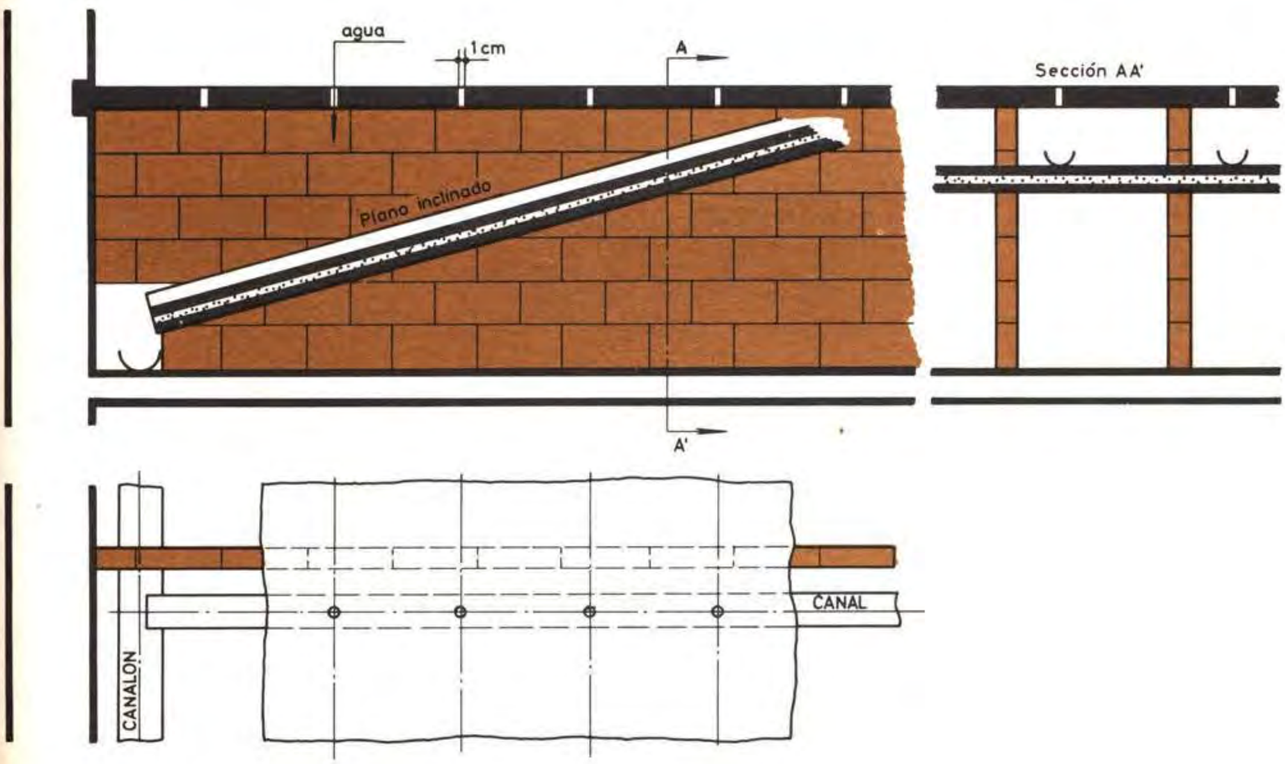


En ocasiones, para aumentar la impermeabilidad, se interpone entre el primero y el segundo grueso otra capa de rasilla colocada en diagonal.

Dicho sistema de pavimento es general, aunque la construcción emplee cualquiera de los otros procedimientos que hemos estudiado en el capítulo SUELOS.

Otro tipo de azotea muy generalizado en las construcciones modernas es el formado por una superficie inclinada de deslizamiento para la evacuación de las aguas y otra horizontal, de utilización, montada sobre la anterior siguiendo el mismo procedimiento de tabiquillos.

El segundo plano, por lo general formado por losas, deja unos intersticios de un centímetro aproximadamente, por los cuales escurre el agua al segundo tendido. Unos canalones que siguen la pendiente, provista de agujeros para el paso del agua, dan seguridad al sistema, permitiendo canalizar al líquido elemento desde un principio.



Como nota final sobre las azoteas, diremos que son de gran utilidad práctica, pues permiten ser transitables.

b) TEJADOS

Pertenecen los tejados al segundo grupo descrito, ya que en realidad constituyen las cubiertas propiamente dichas.

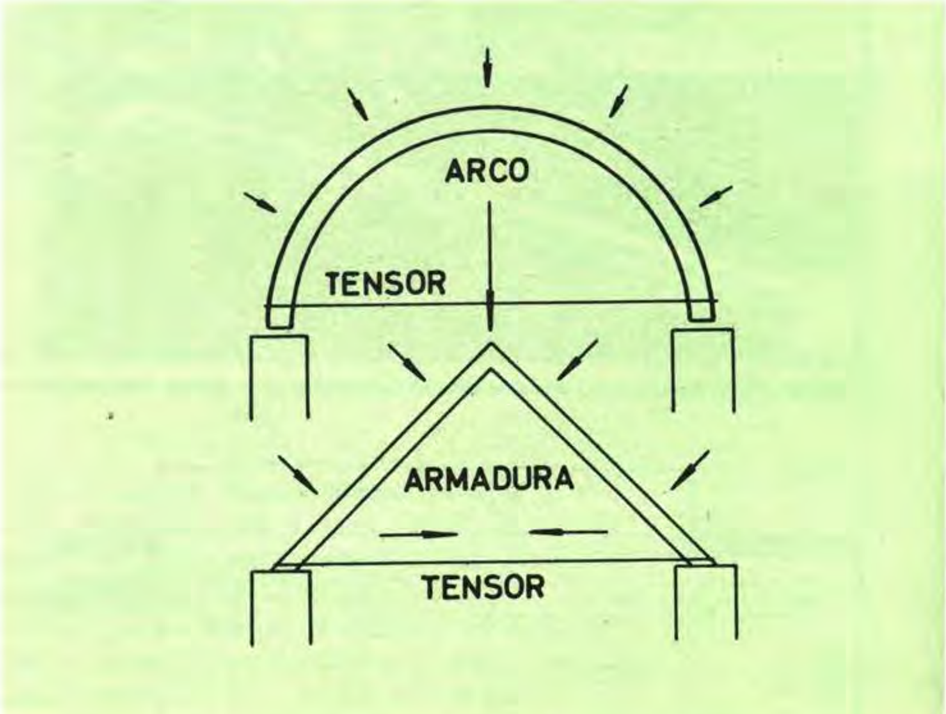
Su variedad, como dejamos dicho, es muy extensa, y su construcción es bastante compleja.

Dado que su característica principal radica en la inclinación o pendiente con que remata la edificación, el entramado de cubierta se diferencia esencialmente del entramado de los suelos, por cuya causa requiere un estudio particular que detallaremos a continuación; primero por lo que hace referencia a sus principales misiones y luego a sus múltiples formas.

ARMADURA

Recibe el nombre de ARMADURA un bastidor compuesto por una serie de piezas rectas dispuestas y unidas de tal forma que las cargas exteriores aplicadas en sus puntos produzcan únicamente esfuerzos directos y aunados que actúen en un sentido fácil de contrarrestar.

El principio de la armadura es el mismo, o mejor dicho una continuación, que el del arco, el cual estudia perfectamente las fuerzas vectoriales y concurrentes que actúan en el sistema.



El principio de las armaduras triangulares es el mismo que las del arco. La única figura que no puede deformarse sin cambiar la longitud de sus lados es el triángulo

Es un axioma que la única figura gométrica que no puede deformarse sin que sus lados cambien de longitud o se rompan es el TRIÁNGULO. Por tanto, ésta es la forma básica de la disposición de los elementos de una armadura.

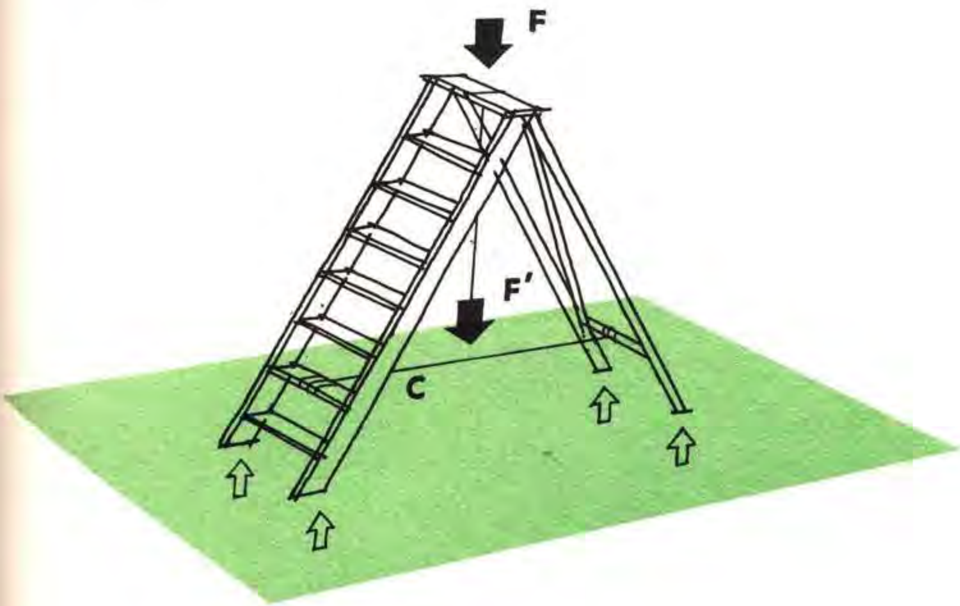
En este principio axiomático del triángulo, distinguiremos dos clases de fuerzas, muy diferentes por ser contrarias:

Las que COMPRIMEN el sistema, por ser vertical la forma de actuación de sus cargas.

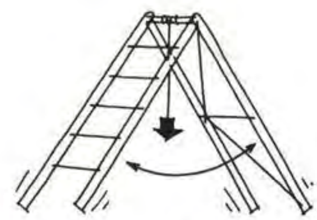
Las de TRACCIÓN, que mantienen la configuración del polígono vectorial.

Para comprenderlo con mayor claridad, imagine una escalera, ya que el principio es el mismo. La suma de la fuerza F representada por el peso del hombre al subir por ella, más la fuerza F' que constituye el propio peso de la escalera, se reparte entre las cuatro patas que apoyan en el suelo, y actúa sobre ellas por compresión, ya que el suelo sobre el que descansan no cede.

Por otra parte, una cuerda C, de grosor suficiente para evitar su rotura, impedirá que la escalera se abra más que lo que permita la longitud de dicha cuerda. Esta última está sometida a una fuerza de tracción (por sus extremos), y equilibra el sistema formando el triángulo antes indicado.



Ejemplo de un elemento resistente en triangulación. El cordel cierra el triángulo

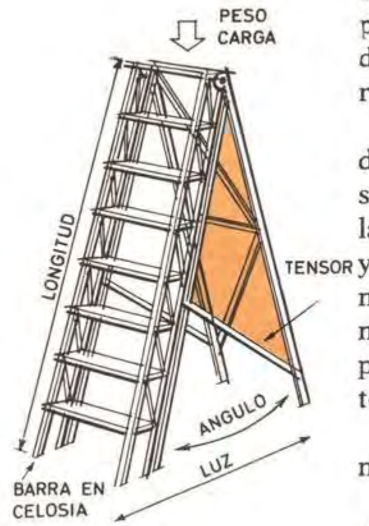


Si el ángulo es muy grande, la escalera caerá por sí misma



Si el peso es muy grande, la escalera se abrirá

Vamos ahora a suponer dos casos particulares. Primero, que la tijera que forma la escalera esté más abierta; y segundo, que el peso del hombre (fuerza F) sea mayor, por ejemplo, un individuo muy grueso. La escalera tenderá a abrirse proporcionalmente tanto a su ángulo de abertura como al del peso que soporta.



La escalera es un ejemplo de armadura

Sin embargo, esto no es todo, pues hemos de tener en cuenta la flexión que puede sufrir el material. En efecto: si aumenta el peso que soporta el ángulo de la tijera o la longitud de las barras o patas, éstas pandean, quedan expuestas a sobrepasar el punto crítico, y terminan por romperse.

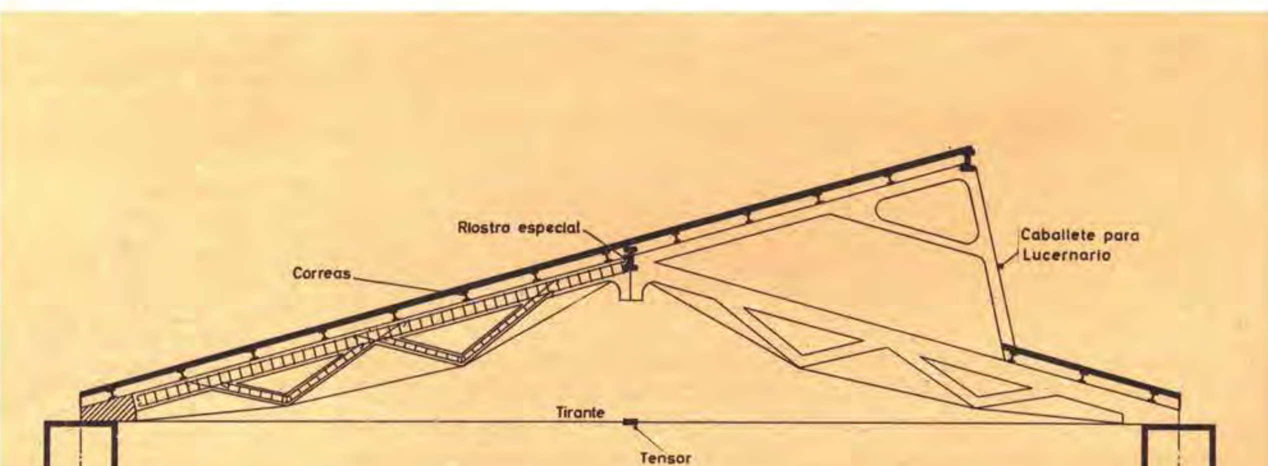
Puede ser una solución aumentar proporcionalmente la sección; y desde luego la tendremos en cuenta. Pero no por ello puede quedar resuelto el problema, pues al aumentar la sección también aumentamos la fuerza F' constituida por el peso de la escalera, que ahora sería mayor. Y, al mismo tiempo, subirá también el coste de la escalera, ya que necesitaremos emplear mayor cantidad de material. Además, no debemos pasar por alto los inconvenientes que se derivan de tener que manipular con piezas excesivamente gruesas, que hacen difícil su movimiento o traslado, amén de que se produce una pérdida de estética.

Por estas causas, se hace preciso proceder a un estudio más detenido.

Como una solución en el ejemplo de la escalera que hemos puesto, vea la ilustración que acompañamos, representativa de una escalera de uso hoy corriente en las casas. El proyectista ha estudiado, en este caso, una armadura apropiada, la cual al mismo tiempo que ligera es resistente y plegable.

De modo semejante ocurre en las armaduras de los edificios cuando ha de tenerse presente el movimiento ocasionado por las dilataciones. En estos casos las uniones se establecen en los puntos cruciales, de tal forma que las barras puedan moverse sin romper el sistema.

Desde luego, como consecuencia del movimiento que se produce, la barra tensora —esto es, la que está sometida a la fuerza de tracción— sufre un ligero cambio de posición, cosa que ocurre también en armaduras complicadas, pero NO HA DEFORMADO EL PRINCIPIO DE TRIANGULACIÓN. Estamos seguros que con lo que acabamos de exponer ha comprendido a la perfección lo que es una ARMADURA DE CUBIERTA. En la ilustración adjunta puede usted ver el bonito tramado de una cubierta mixta de diente de sierra, de la que en el momento oportuno trataremos con la

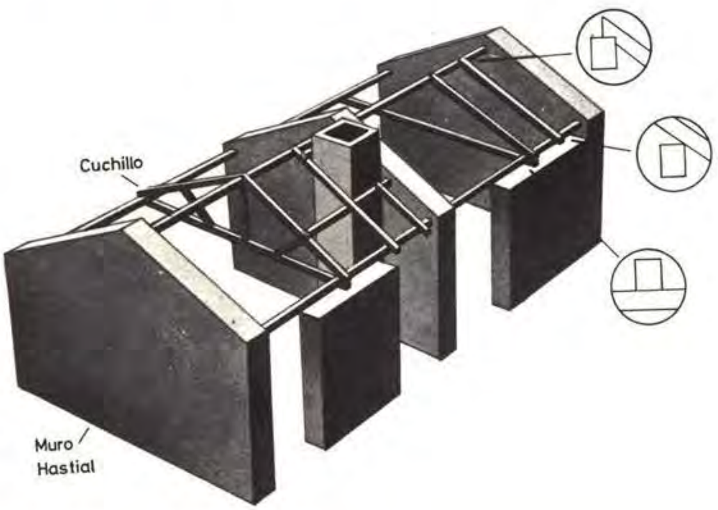


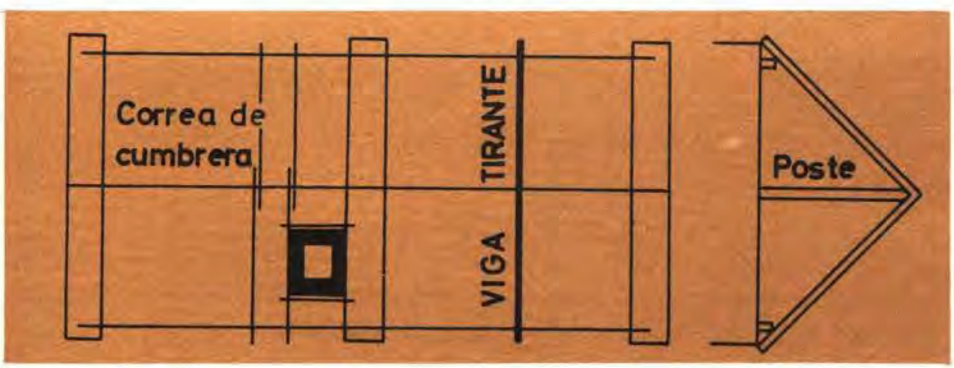
debida extensión. Diremos aquí únicamente, en apoyo del ejemplo que exponemos, que los tirantes trabajan a tracción y el hormigón armado a compresión.

COMPOSICION Y PARTES FUNDAMENTALES DE UNA ARMADURA

Como punto de arranque de nuestro estudio, tomaremos como prototipo las llamadas ARMADURAS DE DOS AGUAS, en razón de que éstas reúnen todos los elementos básicos.

Por el dibujo podemos cerciorarnos de las dos direcciones de envigados características de este tipo de armadura; una en el sentido del vértice de las pendientes y otra normal a éste.

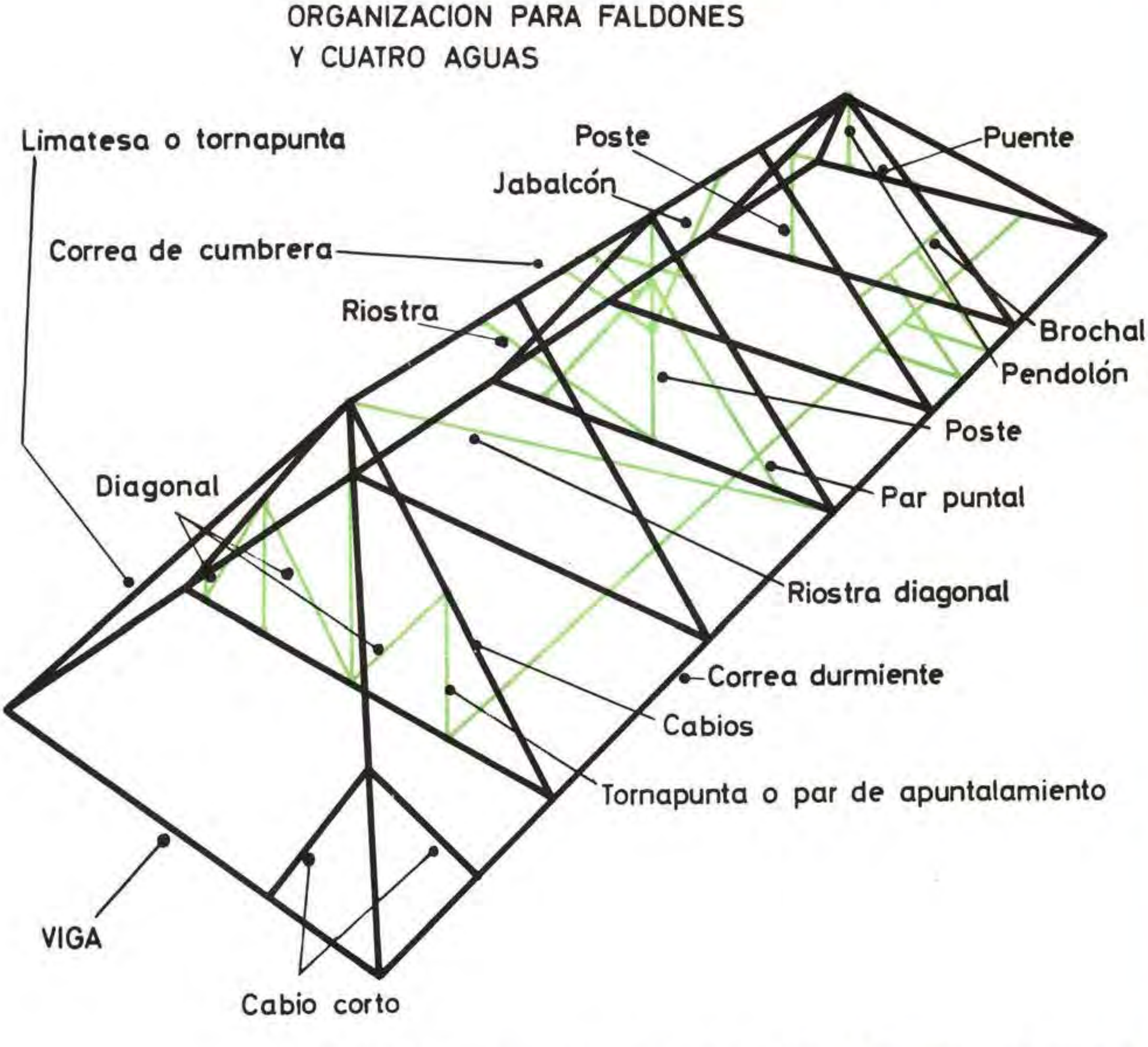




En el primer sentido se encuentran las correas; las situadas en la parte baja, llamadas de alero; y la situada en la parte alta o vértice, que recibe el nombre de correa de cumbrera.

En el segundo sentido, perpendicular al primero, se encuentra: en la parte baja, el envigado, que descansa sobre los muros o en jácenas supletorias; en la parte alta, el encabiado, soportado por la cumbrera y las correas de alero.

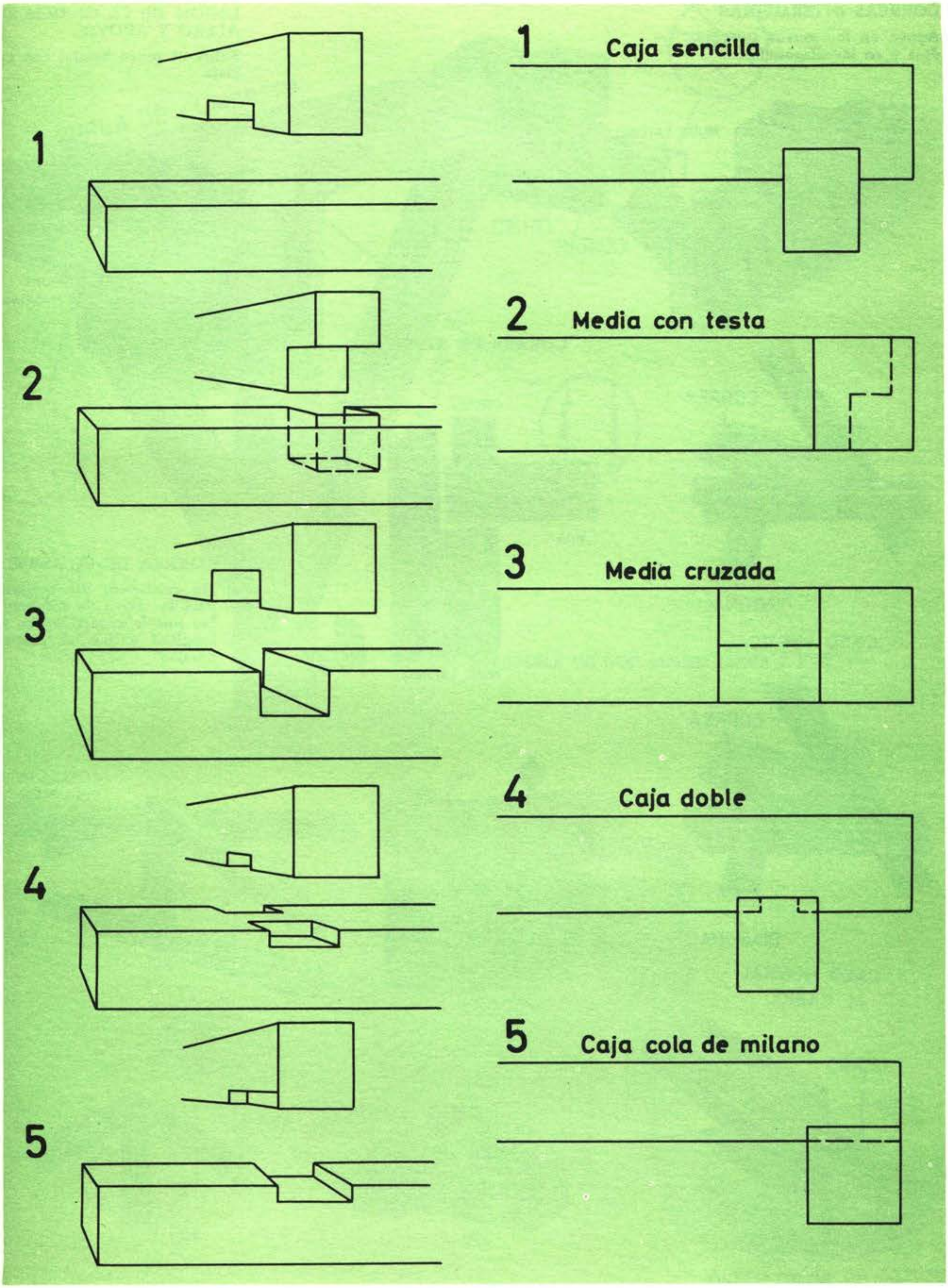
El armazón resistente consta, además, de piezas indirectas, o sea de piezas que constituyen refuerzo de las anteriores. En la figura puede verlas impresas en trazo rojo. Conviene, para facilitar su estudio, que tenga presente este esquema a lo largo de la lección.



Existe, asimismo, toda una serie de otros elementos, tales como tacos y cuñas que reciben diferentes nombres; ejiones, bridas, ristreles, zapatas, canecillos, cartabones, escuadras, etc.

Como ocurre con toda la constitución, el material es, indistintamente, madera, hierro u hormigón armado. Daremos a continuación una idea de los principales modos de ensambladuras en la madera y en el hierro, ya que en el hormigón la unión de los hierros no presenta dificultad alguna como dibujo, que es lo que a usted puede interesarle, de lo que se trató con suficiente extensión en las lecciones 19 y 20.

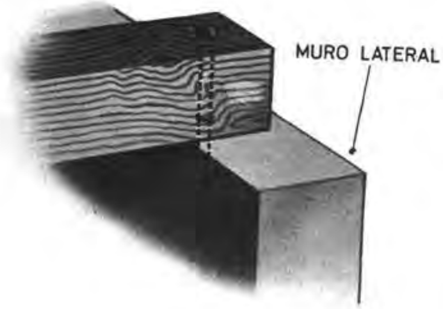
Por favor, preste la debida atención a los dibujos que insertamos a continuación, ya que dicen más que todas las palabras.



1
2
3
4
5
1 Caja sencilla
2 Media con testa
3 Media cruzada
4 Caja doble
5 Caja cola de milano

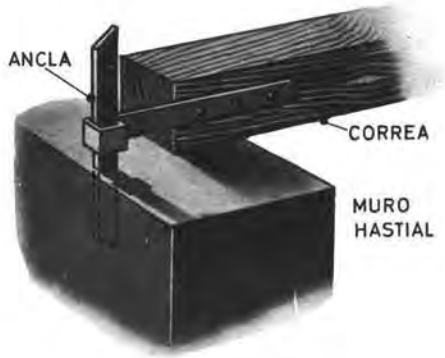
CORREAS INTERMEDIAS

Apoyo en los muros intermedios y en las diagonales.



UNION DE LA CORREA DE ALERO Y APOYO

Sobre el muro hastial con anclaje.





CASO VERTICAL

CORREA DE ALERO

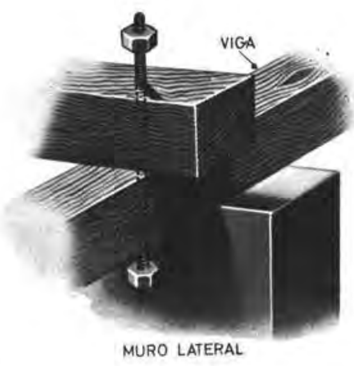


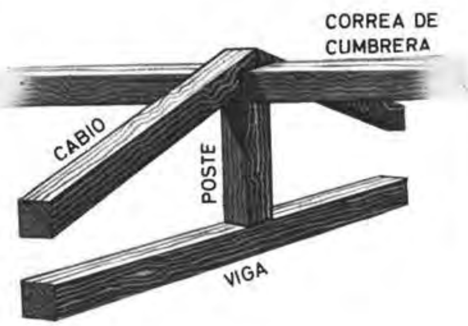
CORREA DE CUMBRERA

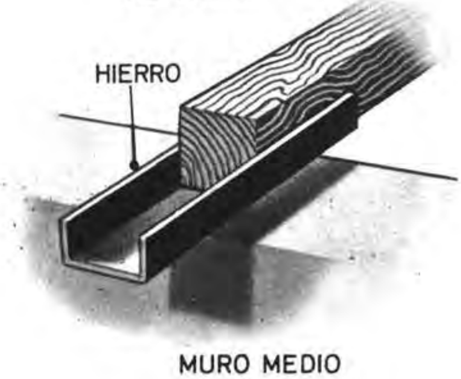
No existiendo otro soporte para la correa de cumbrera, los postes repartidos en su longitud evitan el posible pandeo.



CASO NORMAL AL CABIO



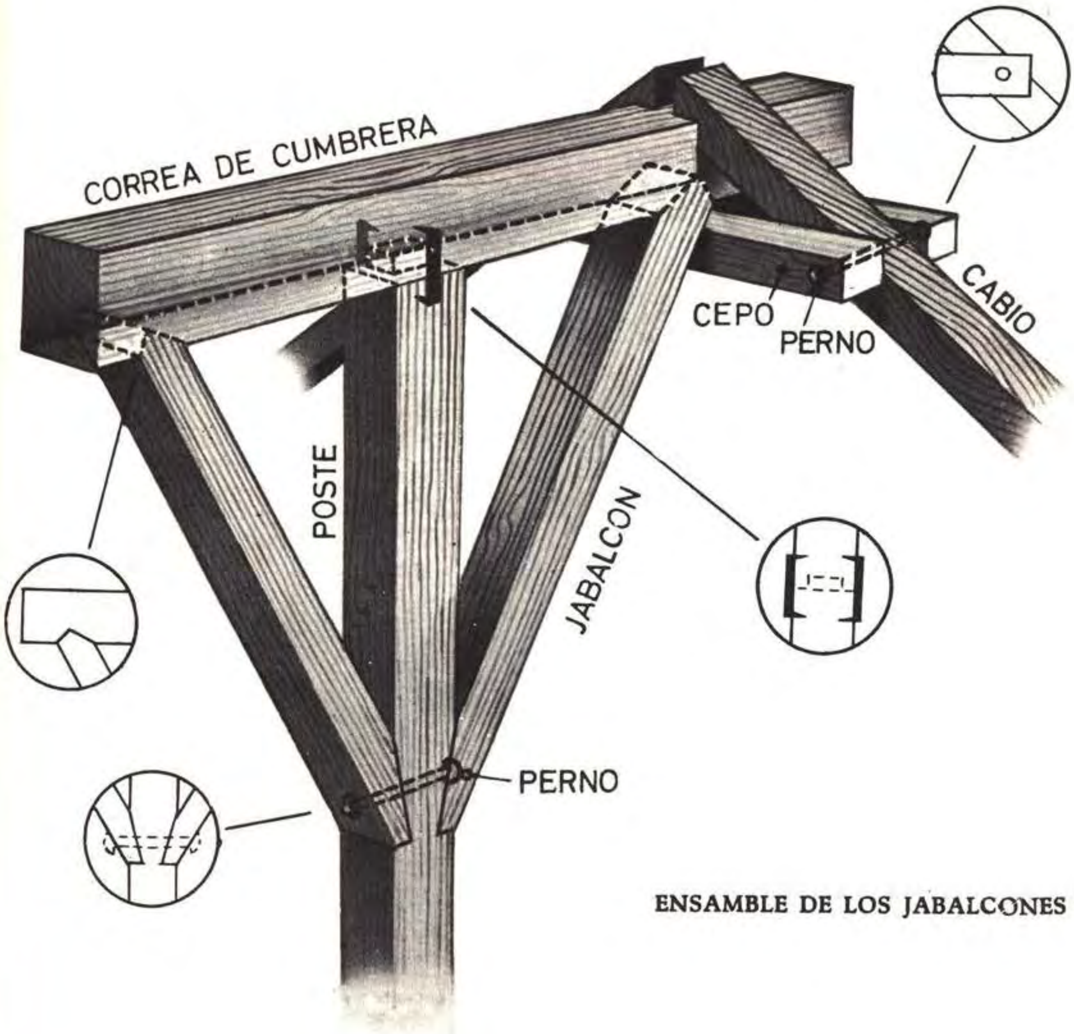




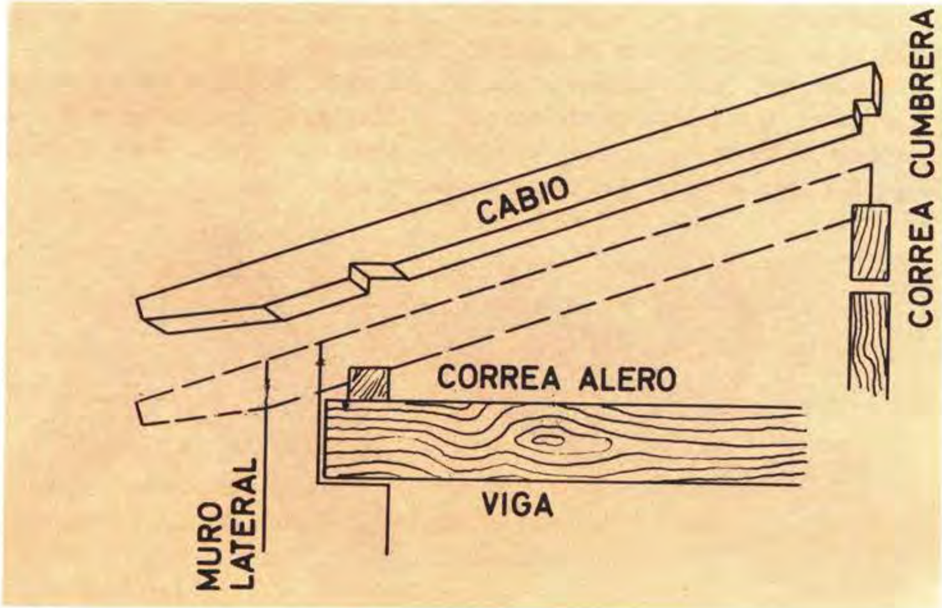
MURO MEDIO







ENSAMBLE DE LOS JABALCONES Y POSTES

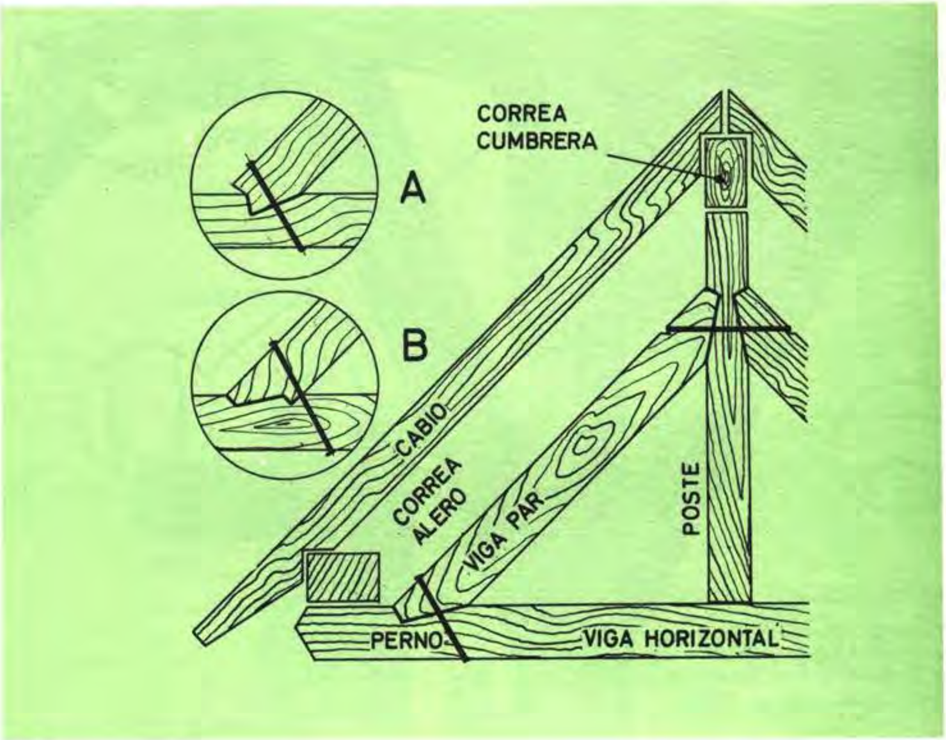


ENSAMBLE DE CABIOS

DISTINTOS MODOS DE UNION DEL PAR CON LA VIGA HORIZONTAL Y EL POSTE

Otro sistema de apoyo en la viga

Espera retrasada del par. La junta abierta evita agrietamiento



La correa de alero puede ir dentro o fuera del muro lateral, pero siempre debajo del cabio, pues se sustenta en ella, y por la parte exterior de la viga PAR.

El sistema de encaje visto con el par sirve para diagonales y piezas que parten de otra en ángulo menor de 90°. Asimismo, la unión con el poste es la aceptada para el pendolón o péndola.

Finalmente, como piezas auxiliares, haremos mención de las bridas o escuadras, que puede usted ver en los dibujos, las cuales unen los cabios encima de la cumbrera y el mismo cabio con la viga. Existe, desde luego, un gran número de piezas similares a las ilustradas.

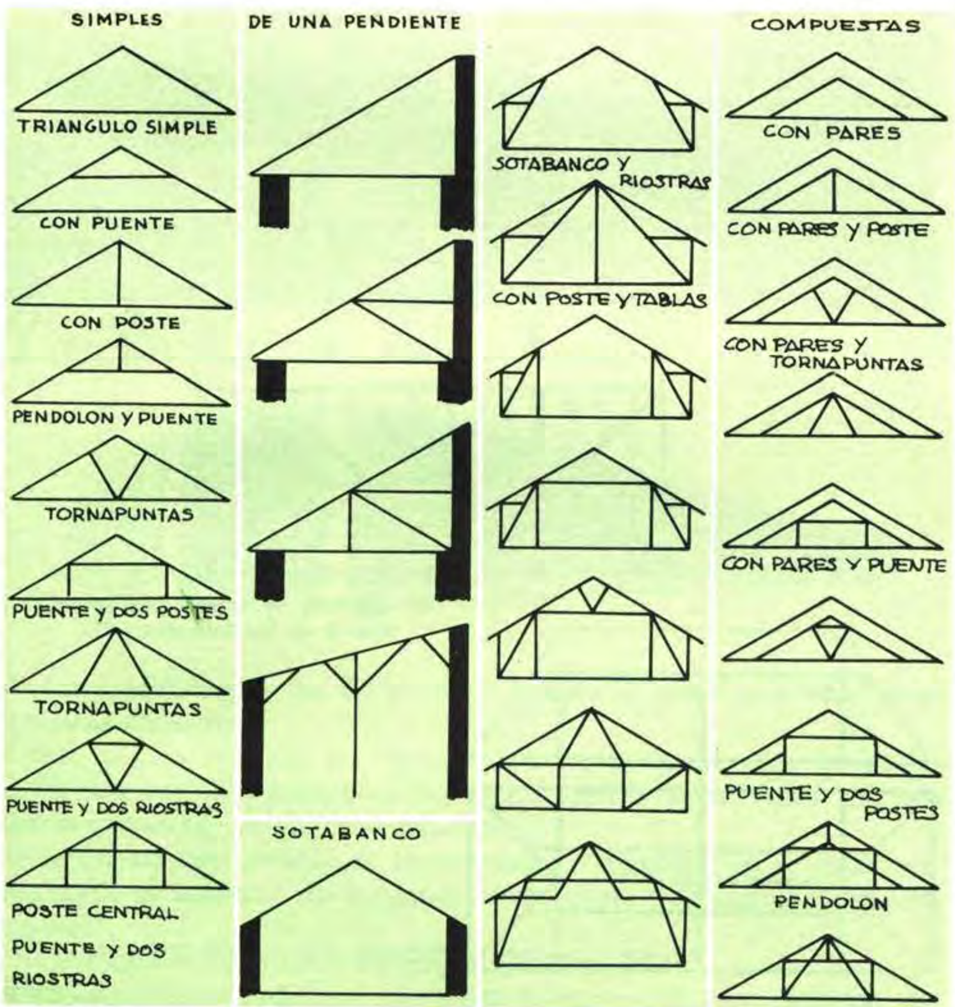




Ha visto, independientemente, las uniones de las vigas que forman el entramado para una cubierta de madera. Ello es suficiente; y no podemos detallar cada uno de los casos con que se puede encontrar, pues sería una tarea prolija y de escasa eficacia. Hablaremos, sin embargo, de los distintos tipos de armaduras que existen. De esta manera, la lógica y los datos del arquitecto le pondrán en condiciones de interpretar con facilidad cualquier plano que se le pida.

ESTRUCTURAS GENERALIZADAS DE MADERA EN LOS CUCHILLOS

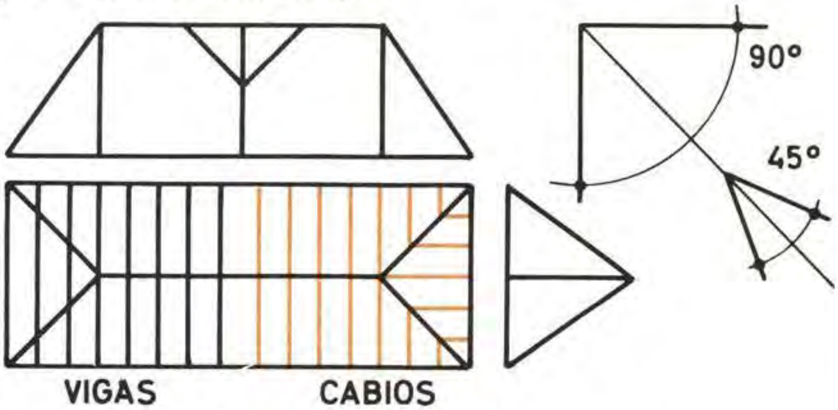
Estudie cada una de las piezas que ilustramos, valiéndose del dibujo o esquema general de que hicimos mención antes.



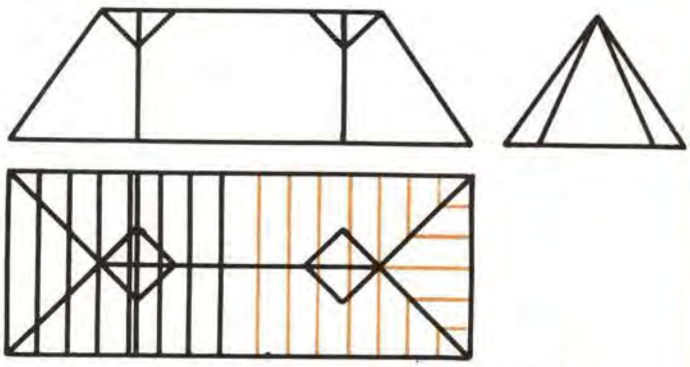
Puede apreciarse cómo van complicándose los cuchillos a medida que para mayor luz de viga dejan el centro con espacio útil, pasando a formar los tinglados o armaduras articuladas con material de acero u hormigón armado.

ORGANIZACION PARA CUBIERTAS A CUATRO AGUAS O FALDONES

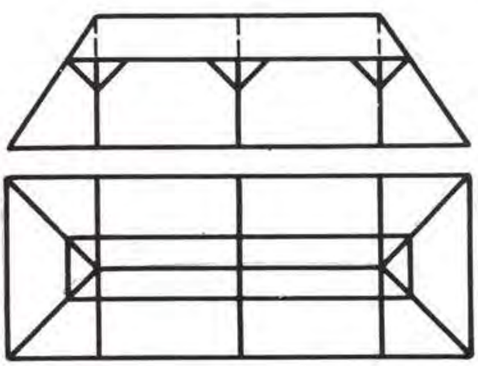
Las figuras que insertamos representan tantas disposiciones de cubiertas, en las que el distintivo esencial radica en ser cubiertas de cuatro aguas o faldones, como muy bien puede usted comprobar a poco que preste atención a los dibujos.



Cubierta de correas con apoyo directo de los faldones



Cubierta de correas con apoyo volado de los faldones



Cubierta con puentes. La parte superior es seccionable o de cambio pendiente

Se comprende que a partir de este punto de conocimientos las figuras posibles son numerosas, complicación cada vez mayor a medida que aumenta el tamaño y la forma.

ARMADURAS ARTICULADAS (acero y hormigón armado)

SISTEMA CELOSIA

Vamos a proseguir nuestro estudio tratando de las llamadas ARMADURAS ARTICULADAS. Recuerde la escalera que dibujamos al principio.

En determinadas construcciones, tales como puentes, hangares y otras, la disposición triangular permite alcanzar luces de suficiente tamaño; pero valiéndose de otros procedimientos distintos, pues por simples aumentos de sección sería imposible conseguirlo en razón a las consideraciones que ya le hicimos. En efecto, un puente de hierro del ferrocarril tendría que disponer de vigas de tal sección que su peso total aumentaría hasta cifras prohibitivas.

La solución es formar un tipo de viga que, sin aumentar de peso





El efecto de una barra maciza se puede conseguir con la formación de una barra triangulada o celosía.

proporcionalmente a los esfuerzos a que va a estar sometida, tenga la misma resistencia.

Las de este tipo son las denominadas VIGAS DE CELOSÍA las cuales se forman por triangulaciones de barras unidas de tal modo que sus ejes se cortan en los nudos articulados.

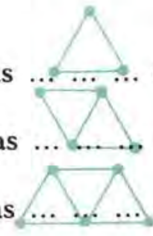
La celosía será estable en tanto que los triángulos no se deformen. (Recuerde el axioma.) En conjunto forma como una cadena de planos rígidos.

PERFILES PARA BARRAS DE CELOSIA



Perfiles para barra de celosía.

Fíjese en el dibujo. Al contar las barras y el número de nudos verá que existe una progresión, a saber:



Para 3 nudos habrá 3 barras ... ... diferencia 0.

Por 4 nudos habrá 5 barras ... ... diferencia 1.

Por 5 nudos habrá 7 barras ... ... diferencia 2.

Por 6 nudos habrá 9 barras ... ... diferencia 3.

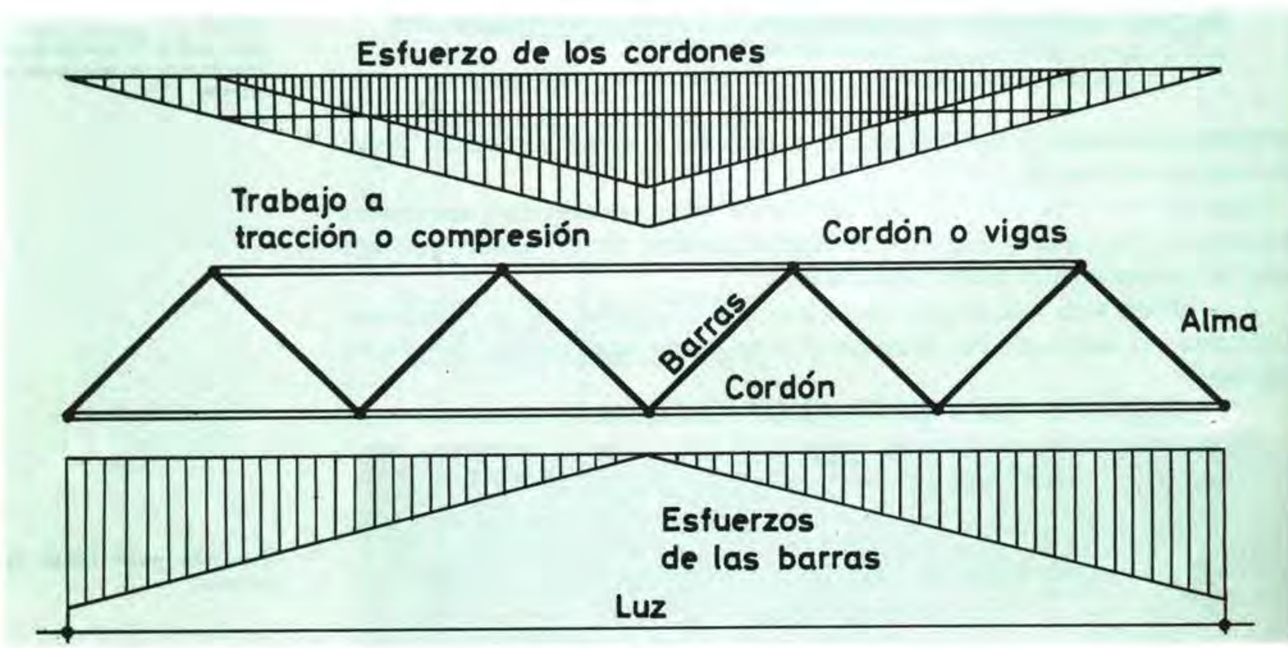
Podemos resumir lo expuesto diciendo que para los tres primeros nudos se requieren tres barras (o sea, una barra por nudo); y para el resto dos barras por cada nuevo nudo. Dicho de otro modo, que el número de barras de la viga de celosía, para su determinación estática interior, es igual al doble del número de nudos menos 3.

Así, pues, si el número de nudos es de 20, el total de barras de la viga de celosía será el doble de 20 menos 3. Esto es $20 \times 2 - 3 = 37$.

Este sistema de estructuras es de sencillo estudio resistente, por el hecho de que los esfuerzos determinados en los nudos por cargas o esfuerzos exteriores se transmiten a las barras como fuerzas simples de tracción y compresión. En resumen, unas fuerzas compensan a otras y se equilibra el sistema.

En términos generales, podemos decir que los esfuerzos máximos sobre los cordones tienen lugar en el centro de la viga. Por lo contrario, para las fuerzas que actúan en el alma estos esfuerzos son mínimos en el indicado punto.

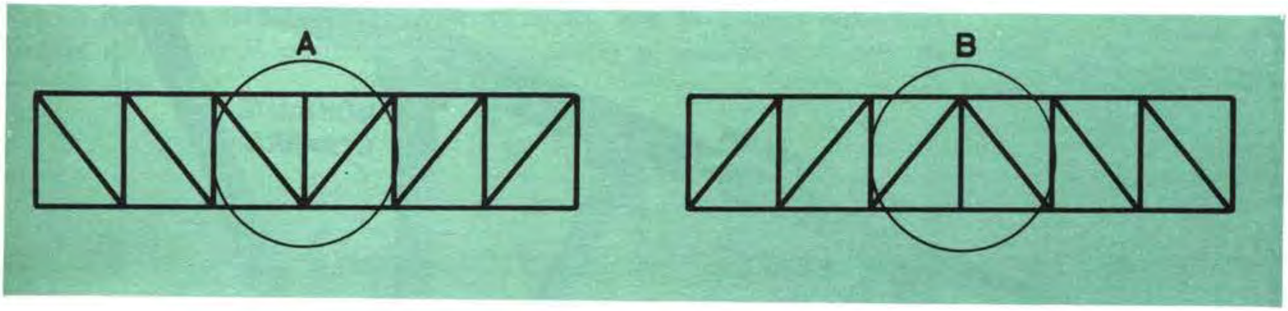
Para calcular los cordones de celosía se parte de las secciones en los apoyos y los esfuerzos de las barras del alma por el sistema gráfico de CREMONA.



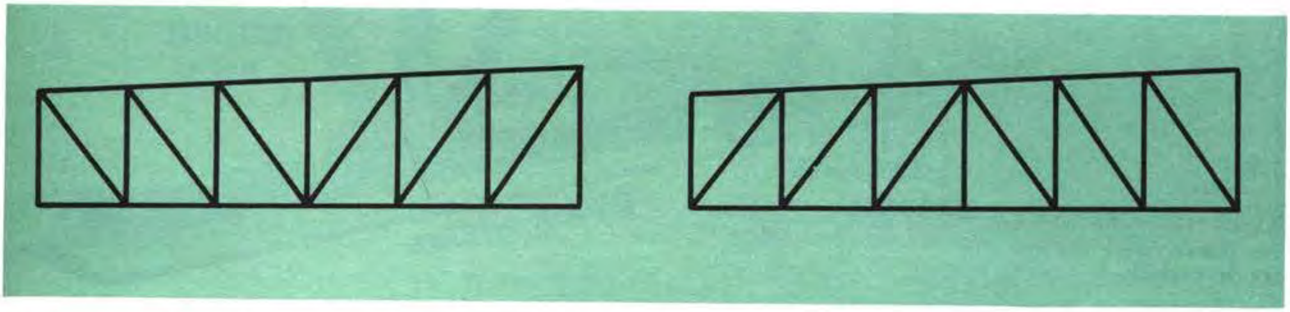
TIPOS DE VIGAS DE CELOSIA

La viga de celosía pasa a ser una armadura o cuchillo según la disposición colocada en obra; pero no se designan con estos nombres, sino con el suyo propio.

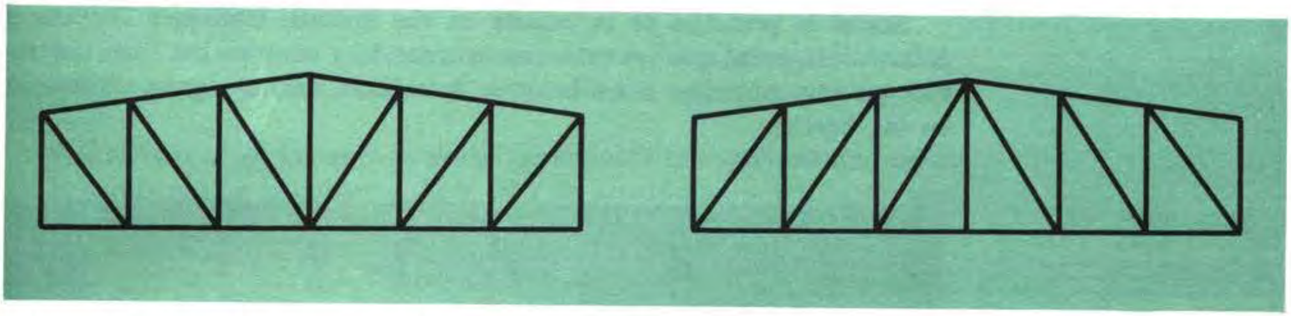
Según la forma de los cordones, las vigas se dividen en:



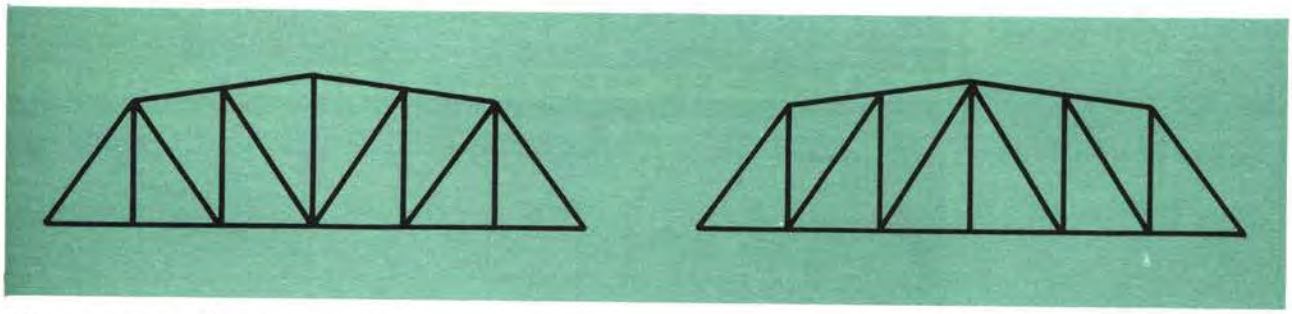
Vigas de cordones paralelos.



Vigas con el cordón superior en pendiente o cojas.



Vigas con el cordón superior levantadò en el centro.

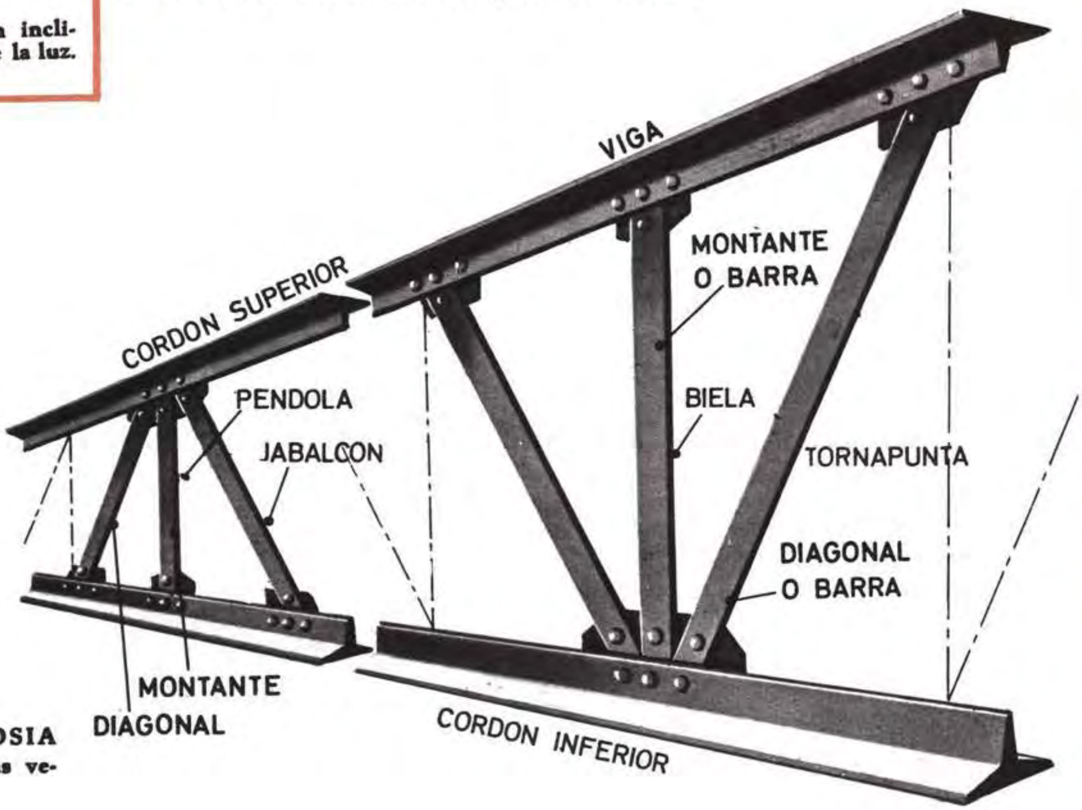


Vigas poligonales o mansardas.

DATOS: Altura en cordones paralelos de $^1/_8$ a $^1/_{12}$ de la luz.

Altura de cordón inclinado de $^1/_6$ a $^1/_8$ de la luz.

En cuanto al modo de disponer las barras, las armaduras de celosía trabajan como ARMADURAS APOYADAS O ARMADURAS COLGANTES, cambiando el nombre de sus elementos por este hecho.



VIGA DE CELOSIA
que puede hacer las veces de cuchillo.

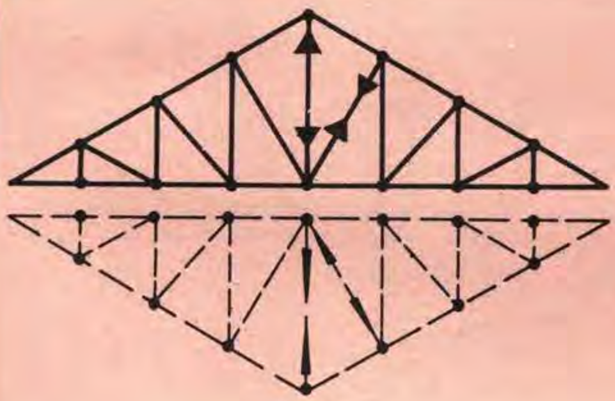
Según la posición de la celosía en sus apoyos, trabajará APOYADA O COLGADA. Es usual que los esfuerzos a tracción y compresión sean contrarios en una posición o en la otra. Asimismo, existe alguna diferencia en las barras.



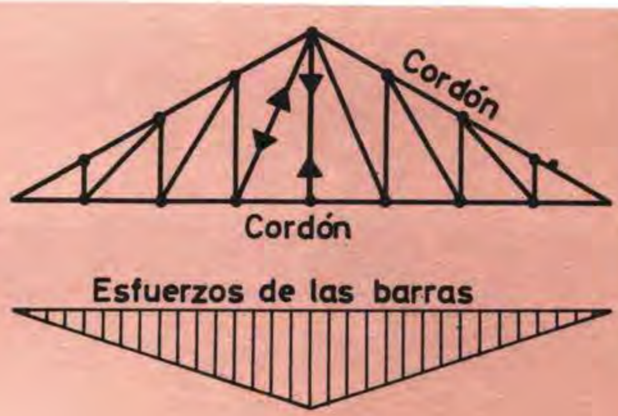


ARMADURAS TRIANGULARES

En las armaduras o cuchillos triangulares, algo de cuya composición conocemos ya, las fuerzas sobre las piezas de alma se comportan al revés que en las vigas de celosía. Es decir, que si las diagonales suben hacia la parte de los apoyos trabajan por compresión, mientras laś barras lo hacen a tracción, y viceversa; o sea, que la misma armadura cambia asimismo el sentido de las reacciones al recibir la fuerza en sentido contrario.



La misma armadura en posición apoyada o colgada.
Las fuerzas del alma cambian de sentido.



Compare el diagrama de esfuerzos de las armaduras con el de las vigas de celosía.

Tanto en las celosías como en las armaduras triangulares, el cordón superior trabaja a compresión; y a tracción, o sea, como tirante, el inferior.

Los esfuerzos en los apoyos de las armaduras triangulares dependen de la pendiente de la cubierta. Este tipo de armaduras posee la ventaja de que en sus nudos no varía el signo de las barras aunque varíe la carga.

Con referencia a la triangulación, debemos señalar que es simétricà a ambos lados del eje.

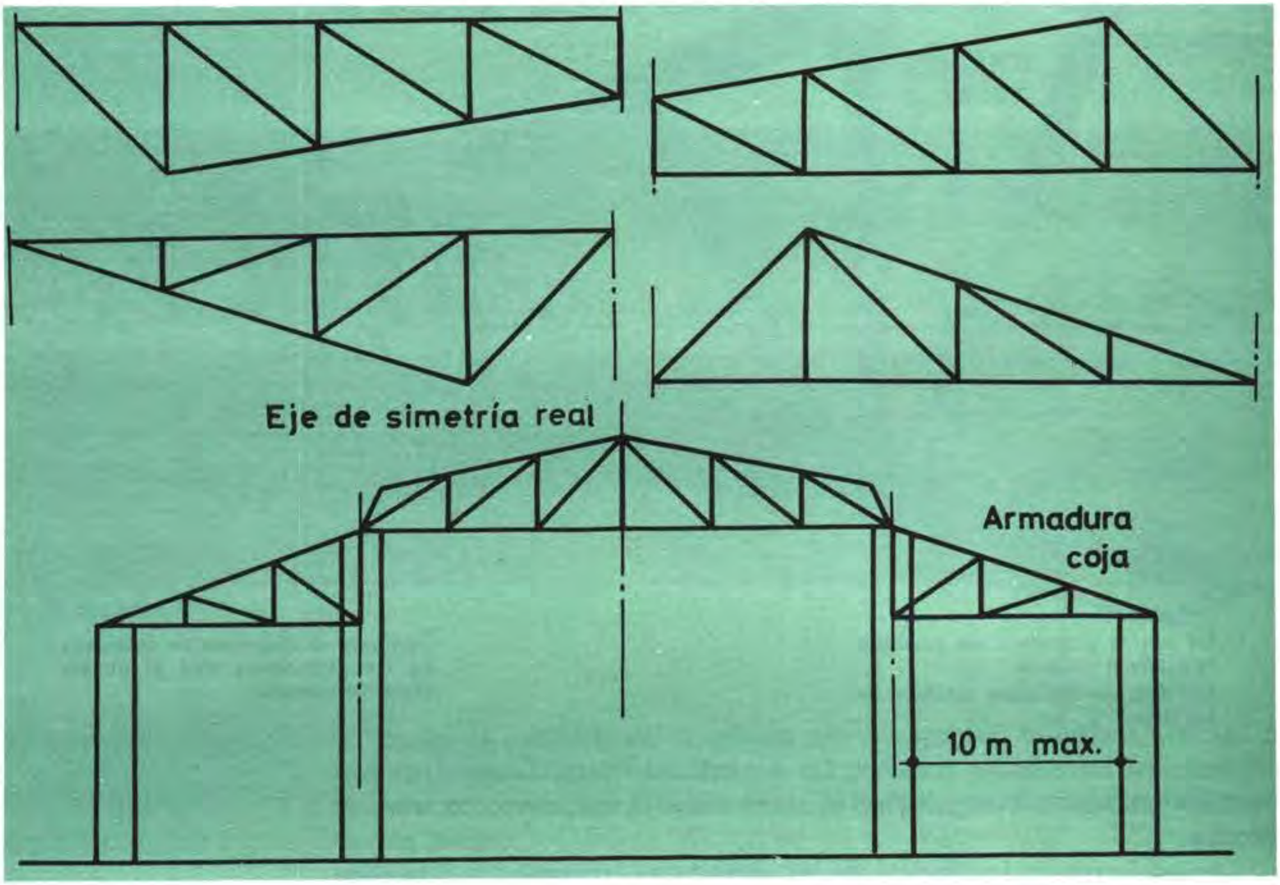
DATOS: La altura de las armaduras es de $^1/_6$ a $^1/_8$ de su luz.

ARMADURAS COJAS

Este tipo no es más que una variante de las celosías y de las armaduras triangulares, por lo que se refiere a ser mitades asimétricas de aquéllas, con una variante en el apoyo del eje de simetría imaginario.

Como regla general, les suele faltar dos de las barras en dicho apoyo. Son útiles, por adoptar dos mitades, para dar simetría a tinglados compuestos; y en casos particulares cuando existen, sobre todo, muros de carga o pilares.

Las figuras que siguen ilustran sobre diferentes variantes de las armaduras cojas, cuya luz no es superior a diez metros.



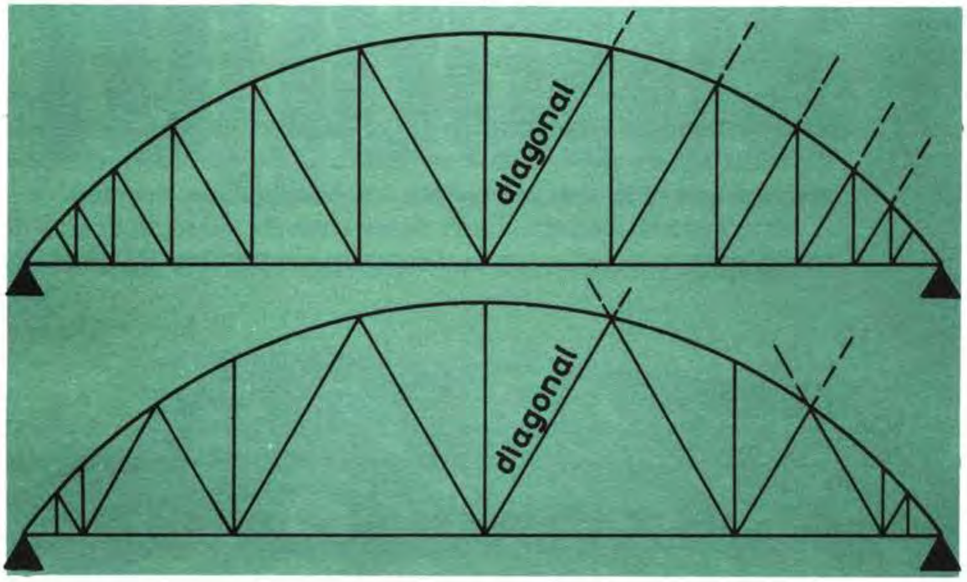
CERCHAS O ARMADURAS ARQUEADAS

Constituyen, también, una variante de las armaduras triangulares en que el cordón superior adopta la línea parabólica, que es, en realidad, la del polígono funicular para cargas uniformemente repartidas. Los empujes horizontales en este cordón superior son contrarrestados por el tirante.

Si la carga este uniformemente repartida, las barras interiores de triangulación no deben perder el equilibrio. Sin embargo, si la carga perdiera algo de su uniformidad, los enlaces entre el arco y el tirante se hacen resistentes a ambos signos de fuerza, tracción y compresión.

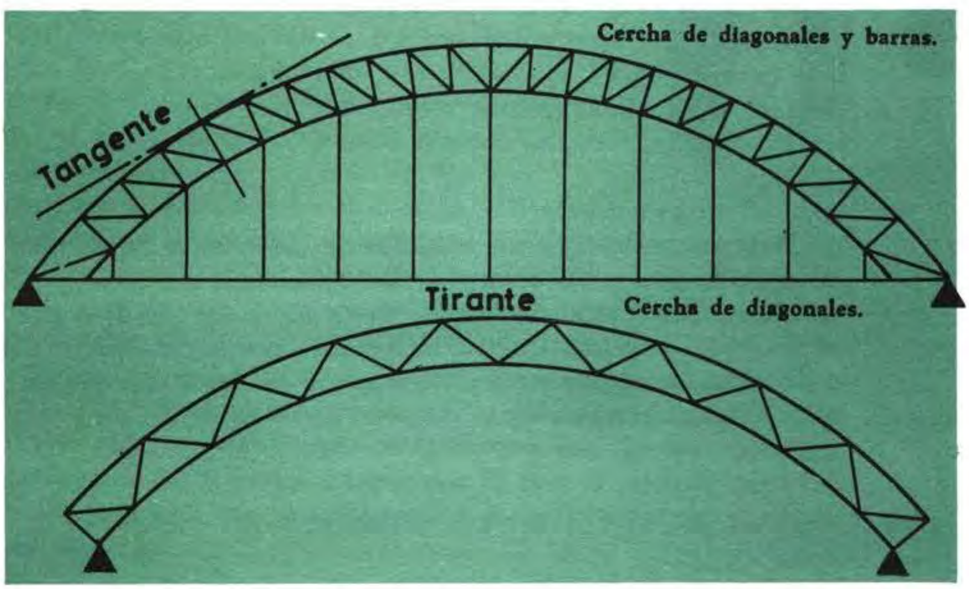
Entre los modelos más utilizados mencionaremos los siguientes, cuyos dibujos acompañamos: el de diagonales en un solo sentido y el de diagonales encontradas, también denominadas *cerchas con diagonales alternadas entre montantes* y *cerchas con diagonales entre montantes dos a dos.*

Las barras trabajan del mismo modo que en las armaduras triangulares.



Mencionaremos, asimismo, las cerchas que presentan la variante de tener el arco formado por celosía, en cuyo caso de ésta al tirante únicamente van barras verticales para evitar el pandeo de aquél. Los montantes de la celosía son radiales, o bien normales a la tangencia de la curva que describe.

Otro tipo de cercha tiene como celosía el de diagonales únicamente, comprendidas solamente entre los cordones.



Las barras de la celosía solamente evitan el pandeo de la armadura en el sentido de su plano. Para ello, de igual modo que en los cuchillos, existe entre ellas un tramado, o arriostramiento, tanto de vigas como de cerchas.

PORTICOS

La característica de este sistema de armaduras es formar su propio cuerpo, tanto en los cuchillos como en los pies; de este modo se evita la construcción por separado de pilares o muros de soporte.

Dada su estructura, a base de grandes planos, el arriostramiento es concienzudo, no solamente en su cálculo sino también en su interpretación, distinguiéndose el que se dedica cada dos entre cinco, o bien un número que deje siempre unidos los dos de cada extremo.

Este sistema de armaduras tiene acusado parecido con el de la construcción de una mesa con mayor o menor número de patas.



Distinguiremos diversos modelos de estructuras de pórtico, según el número de pies y el número de articulaciones, así como por la forma del dintel (horizontal, inclinado, recto, acodado, curvo) o por la disposición de los pies (verticales o inclinados); por la construcción de celosía o de alma llena; por su arriostramiento de la estructura; en transversales o longitudinales, etc.

Proyectos 8

COMPOSICION DE ESPACIOS EN COMEDOR-SALA DE ESTAR

En la lección anterior se ha hablado de la distribución de espacios en un dormitorio, la que, como pudo apreciar, sigue un sistema racional de medidas con relación a los movimientos que en él se puedan efectuar. No hemos de perder esta consideración para las restantes dependencias de un edificio. Sin dificultad se habrá dado cuenta de que dicho modo de operar no era condición de los dormitorios únicamente, sino de las otras habitaciones también, pues incluso fuera de la construcción uno de los estudios más definidos es este de aprovechamiento de espacios. Por ejemplo, en un vehículo, barco, etc., donde ingenieros y técnicos trabajan infatigablemente para ajustar cada espacio a su utilidad.

En esta lección el punto de vista, si no del todo diferente, capta un nuevo aspecto; éste es el del espacio de acuerdo con las necesidades, por lo menos esenciales, de cada dependencia a estudiar. En el caso anterior se ha partido de la existencia de un lecho, un armario, un tocador, etc., entre los cuales se ha dado paso y espacio para moverse con libertad. En la presente lección se analizarán los muebles estrictamente necesarios y el espacio asignado y se tratará de las variaciones que se pueden dar a dicho espacio para mejor aprovechamiento de la sala.

Elegiremos el comedor-sala de estar por ser una de las piezas principales de la vivienda.

Antiguamente el comedor era una de las mejores piezas de la casa. Sin embargo, por más que al acto de comer se le quiera dar importancia, el tiempo empleado en tal menester no sobrepasa una novena parte del día; muy poco en comparación con el tiempo que se permanece en otras dependencias.

A medida que los espacios han ido reduciéndose, por causas de todos conocidas, principalmente económicas, la sala comedor se ha convertido en una pieza utilizable para otros menesteres. De este modo ha sido desplazado de su primera misión por lo menos en una cantidad de tiempo mayor que el que se le destinaba, pasando a formar parte de una sala de estar.

El comedor en su idea primera constaba, además de la mesa de grandes dimensiones, de sillas dispuestas a lo largo de las paredes y de dos muebles macizos —trinchante y aparador—, con misiones no del todo definidas, en los que se guardaban los servicios de mesa, alimentos, porcelanas y otros objetos de mayor o menor utilidad.

Todo este utillaje, por llamarlo de algún modo, es en el nuevo sistema de construcción particular del oficio o dependencia existente entre la cocina y la sala de estar-comedor.

Visto el comedor con un nuevo concepto, dentro de la sala de estar, se ha desligado de parte del mobiliario, reduciéndolo a su vez a lo estrictamente necesario, lo que ha dado como resultado lógico la fusión de estas dos salas: comedor y estar.

Estudiemos, pues, las necesidades de un comedor en tales condiciones para acomodarlo al llamado *living*.

MEDIDAS DE MUEBLES

Según las normas DIN, las medidas standard son las siguientes:

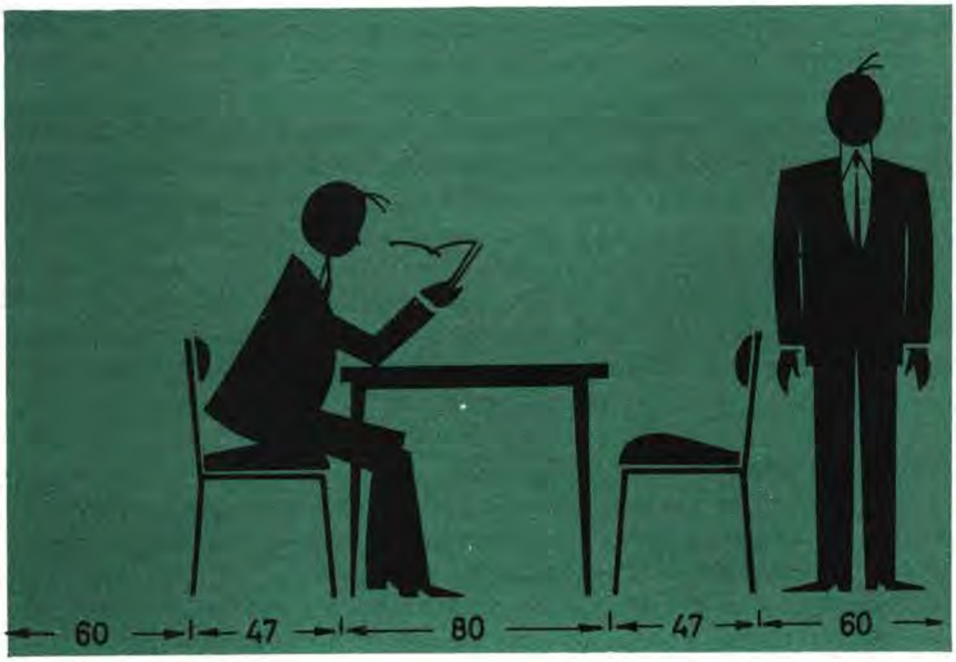
Mesa comedor para 4 personas . . .	80 × 120 × 78 cm
Mesa comedor para 6 personas . . .	90 × 150 × 78 cm
Mesa comedor redonda para 6 personas.	110 × 78 cm
Sillas	45 × 47 cm

ESTUDIO DE LOS ESPACIOS MINIMOS

Partiendo de las medidas normalizadas DIN o UNE, así como de las ASA, es fácil formar la composición de cualquier parte del edificio.

Veamos el espacio necesario para la actividad de comer.

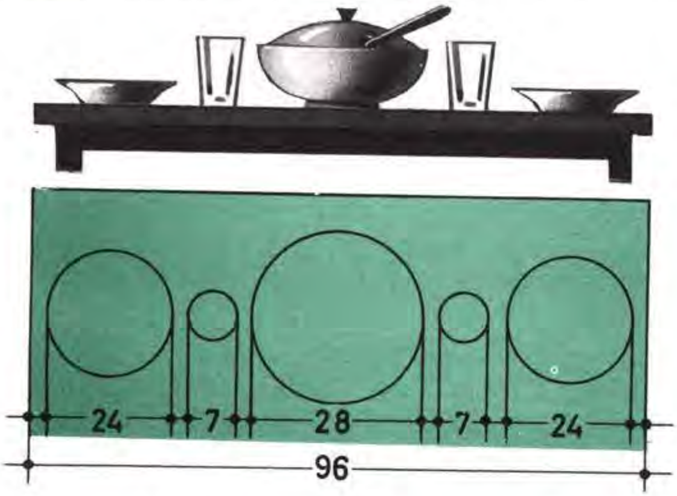
El paso detrás de las sillas de 60 cm es suficiente, incluso para el servicio.



Espacios necesarios para una sala comedor con paso por detrás.

El espacio de las sillas, 47 cm; tanto si estan arrimadas a la pared como ocupadas, se deja el mismo paso de 60 cm.

La medida de 60 cm es realmente reducida si hacemos un estudio del servicio; sin embargo, operaremos con dicho dato ya que como admitido nos servirá para encontrar ese mínimo, que es el difícil, a partir del cual podemos ampliar con facilidad.

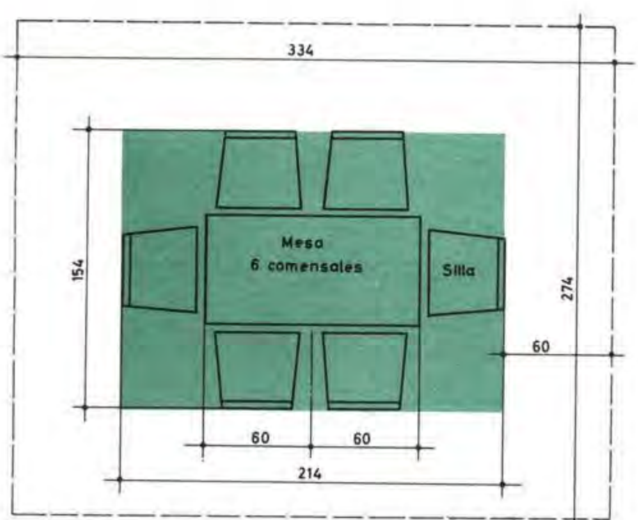


Servicios de una mesa enfrentados.

Analizando las medidas de un servicio doble de mesa frente a frente con el espacio mínimo de separación de un centímetro entre cada elemento, vemos que éste es de 96 cm; muy superior al dado por la norma, que prevé un ensanchamiento entre los servicios para evitar las medidas antiguas de 1 m o más.

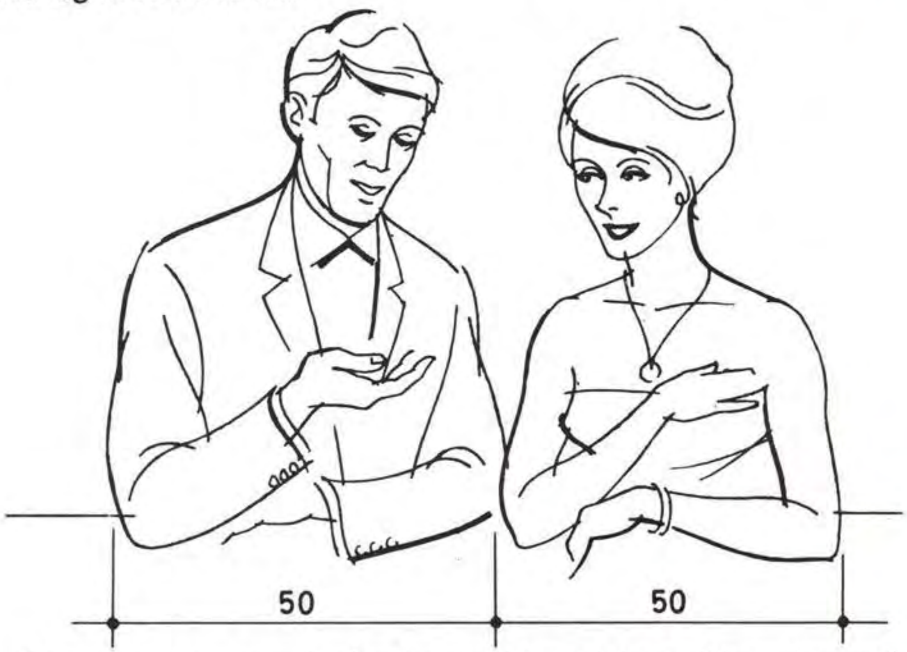
Recordemos que el comedor va a perder su antigua importancia y que incluso es aconsejable, en circunstancias determinadas, una mesa redonda; y asimismo que de lo que se trata es de estudiar los mínimos necesarios.

Situemos en planta el comedor enunciado, el cual tendrá capacidad para seis personas.



Comedor con mínimos espacios según las normas antiguas.

El espacio de 50 cm entre comensales es demasiado exiguo. Una medida lógica es de 60 cm.



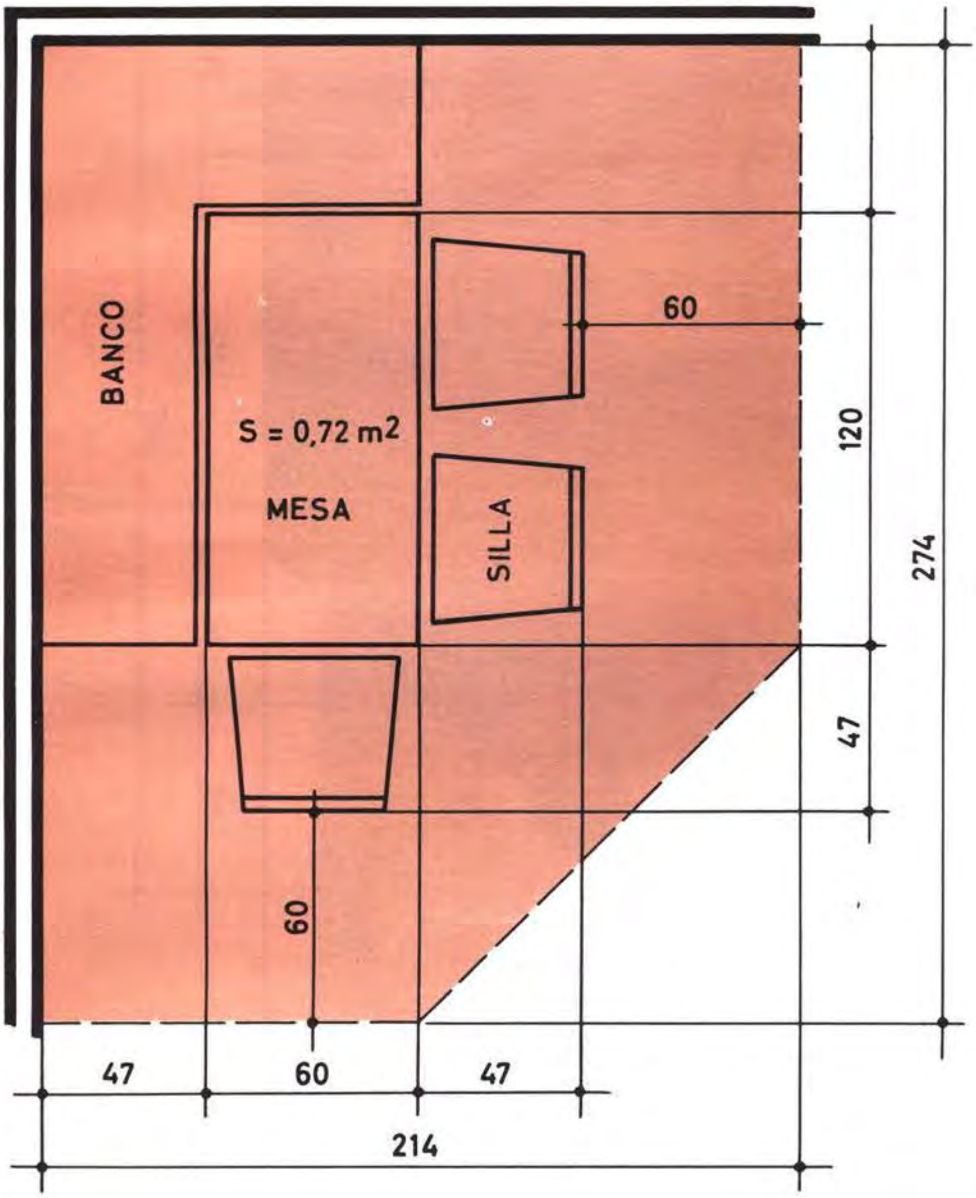
Vemos que, a pesar de dar las medidas mínimas útiles al comedor, éste tiene una superficie de 9'5 metros cuadrados.

Adoptaremos otro sistema, que en realidad no tendrá las comodidades de éste; pero pronto verá que reúne otras que lo favorecen, como son principalmente gran reducción de espacio y más bello conjunto. Para ello se construyen mesas de una sola pata central en sentido longitudinal, que permite el movimiento sin desplazamiento del banco que suple a las sillas cuando van adosadas al muro.



La salida con el tipo de mesa de un pie es factible sin espacio especial para ello.

Aceptaremos dicho sistema para el acoplamiento de los muebles del comedor en una esquina de la sala, con lo cual las medidas quedarán reducidas a las siguientes: 2'74 × 2'14, con una superficie de 6 metros cuadrados. La diferencia resultante, si contamos con que los espacios de paso son útiles al conjunto de la sala, queda muy disminuida en comparación con la medida anterior.

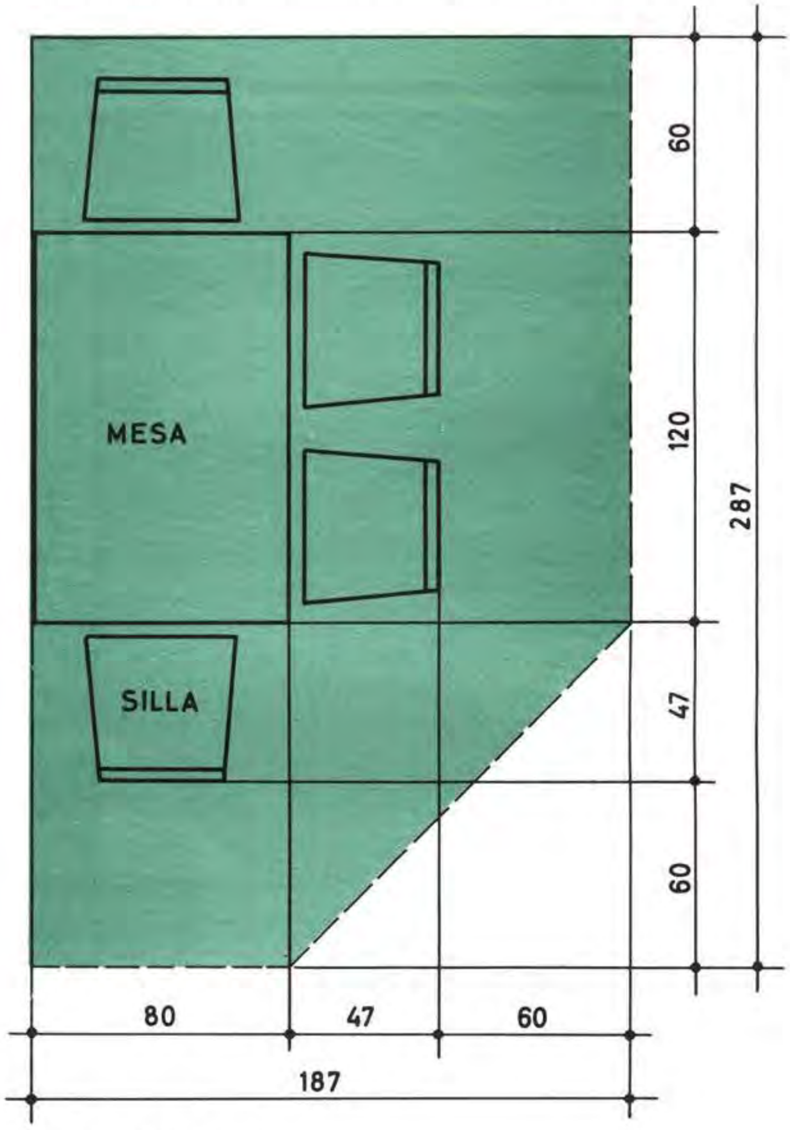


Espacio útil de una mesa con banco apoyado en el muro.

Todavía se puede adoptar el sistema de colocar una de las caras de la mesa junto al muro, cuando el espacio no es más que para cuatro comensales, teniendo la precaución de que la medida del ancho de la mesa no sea inferior a 80 cm, dado que el movimiento del brazo no puede quedar encajado con dicha pared.

Al espacio de la silla encajado en el ángulo de la pared se le deben dar unos centímetros de movimiento, no menor en total de 60 cm, para que no resulte forzado el empleo de dicha silla.

Finalmente, el espacio A (dejado en blanco) destinado a paso por la esquina que da al centro de la sala se puede reducir a la mitad.

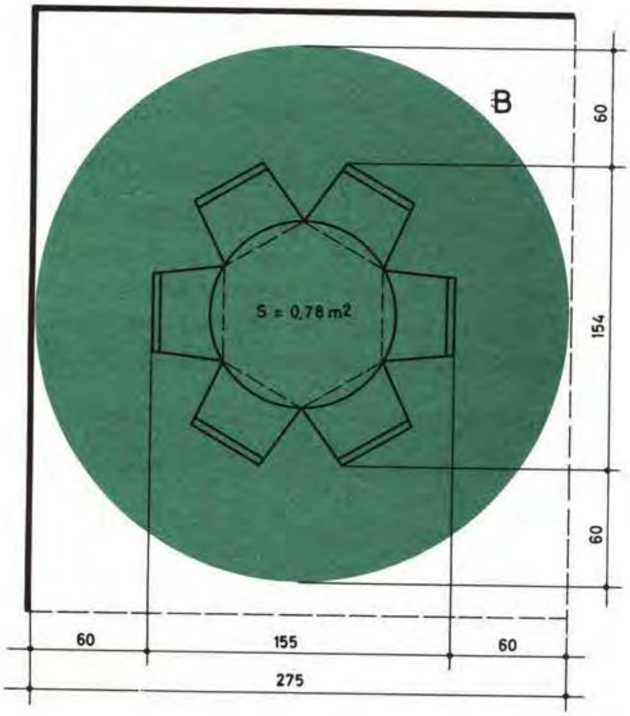


Espacio útil de una mesa acoplada por una cara al muro.

MESAS REDONDAS

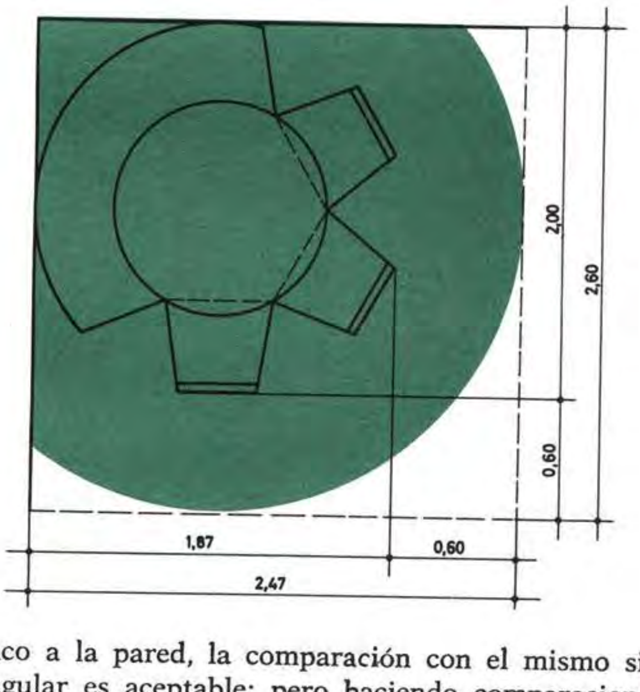
El tipo de mesa redonda, si bien ocupa más espacio para el servicio, tiene la ventaja de que reduce el espacio entre sillas, pudiendo ser menor la superficie del tablero. Esto se debe a que la forma radial en que se sitúan las sillas va abriendo el espacio en la parte de los hombros. Asimismo, el servicio de la mesa está centrado a los comensales. La elección depende, de todos modos, más del gusto particular que de ventajas a tener en consideración.

La mesa redonda para seis comensales tiene un diámetro de 1 a 1'10 m.



Espacio útil de una mesa redonda para seis comensales.

Puede apreciarse el espacio libre que queda reducido en torno de la mesa B.



Espacio útil de una mesa para seis comensales con tres plazas adosadas a la pared.

Acercando un banco a la pared, la comparación con el mismo sistema de mesa rectangular es aceptable; pero haciendo comparaciones vemos que no existe una proporcionalidad entre los dos sistemas, ya que en el caso de paso en todo el conjunto es preferible la mesa circular que la rectangular; en cambio, en el de tres asientos junto al muro es preferible la rectangular a la redonda.

De todos modos, no se puede definir de un modo concreto las ventajas de uno u otro sistema en cuanto a ser mejores las mesas redondas o rectangulares, por cuanto los espacios libres en unos casos encajarán mejor que en otros.

ESPACIOS MINIMOS PARA LA SALA DE ESTAR

Tenemos que partir de un número de elementos determinado de antemano, del mismo modo como, en el comedor, hemos partido de un número de comensales. Para una sala de mínimos espacios, considerando el mismo número de comensales o sea seis, son necesarios los siguientes muebles, divididos en dos grupos: descanso y trabajo.

MUEBLES DE DESCANSO	
1 sofá	175 × 80 cm
2 sillones	60 × 65 cm
1 piano vertical	160 × 60 cm
1 librería	200 × 25 cm
MUEBLES DE TRABAJO	
1 escritorio	100 × 65 cm
1 máquina de coser	80 × 40 cm
1 mesita costurero	40 × 55 cm
4 ó 6 sillas	45 × 47 cm

Estudiemos por separado cada uno de estos elementos.

SOFÁ Y SILLONES. Tanto el sofá como los sillones pueden estar adosados a una pared o bien con paso por detrás de ellos. En el primer caso las necesidades de movimiento serán de 60 cm para los pies y de 40 para el paso delantero. Debe quedar este último espacio por detrás si no existe muro inmediatamente, y de 70 cm en ese caso (nada corriente).



Los espacios en esta dependencia no deben ser tan ajustados como en la parte del comedor, tanto por ser más variados los movimientos como por la comodidad exigida.

LIBRERÍA. El espacio para los movimientos en la librería puede ser muy reducido, con tal que se pueda alcanzar el objeto deseado. Los sillones no se presentarán planos a ella; una de sus esquinas puede estar situada incluso a 10 cm de distancia.

MÁQUINA DE COSER Y MUEBLE ESCRITORIO. En ambos la necesidad de una silla obliga a un espacio mínimo de 47 cm, más otros 50 cm de paso por detrás.

De igual modo, el piano necesita una silla o taburete y un paso mínimo de 50 cm.

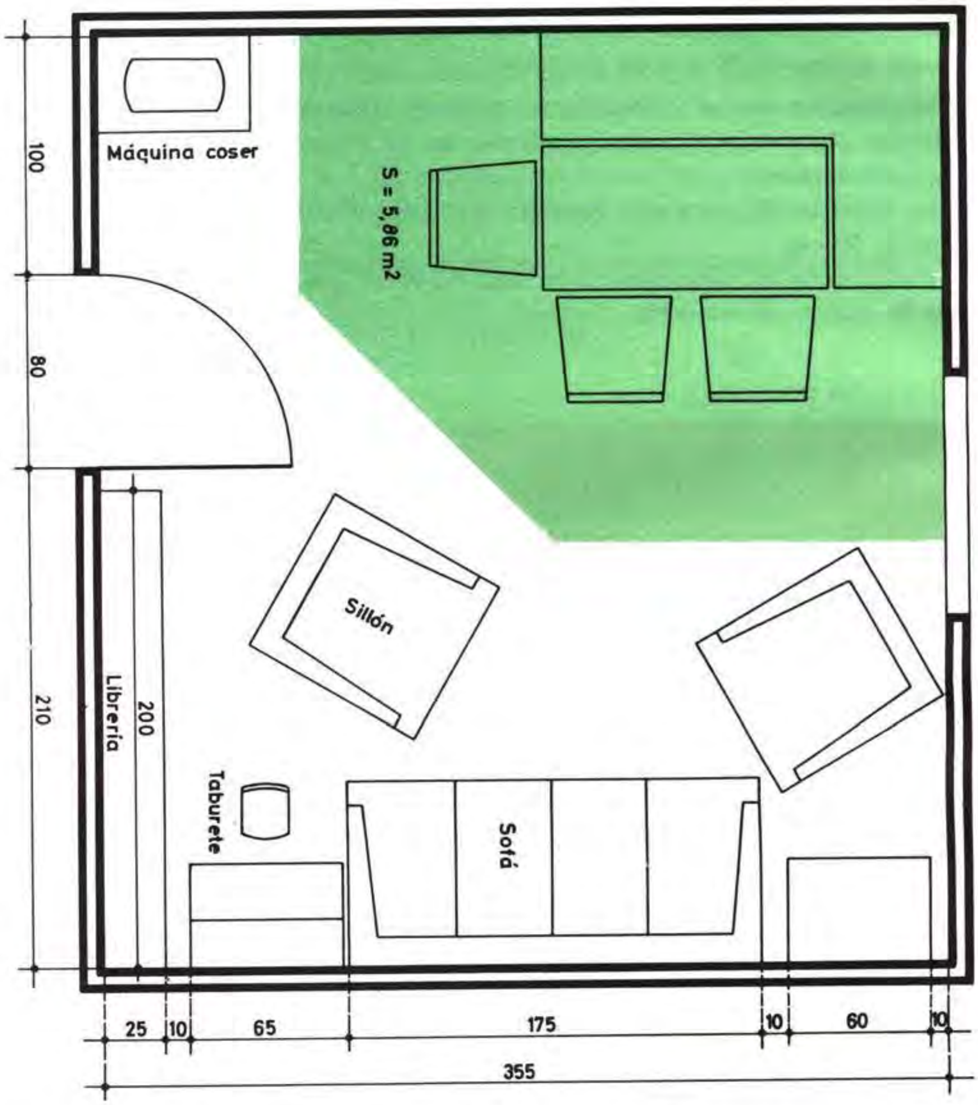
Efectuemos el replanteo de la sala de estar con los datos obtenidos para la sala y el comedor.





No podemos olvidar, antes de empezar a trazar la primera línea, que es de suma importancia reunir en grupos las partes destinadas a idéntica misión. De ese modo, el sofá y los sillones tienen que dar el aspecto de tertulia manteniéndose reunidos.

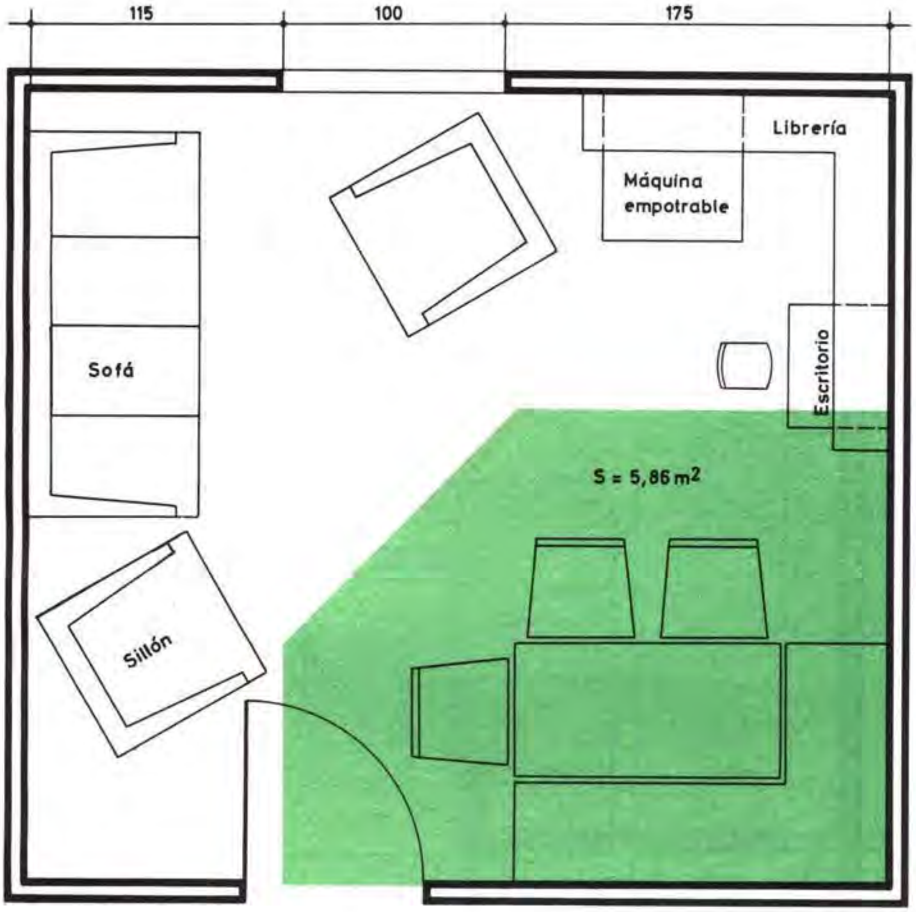
He aquí una sala de estar-comedor que, a pesar de lo reducido de su espacio (3'90 × 3'55), estudiados los espacios uno a uno, tiene aspecto cómodo y agradable. Durante el resto del día, la mesa comedor tendrá varias utilidades que contribuyen a dar amplitud de movimientos.



Espacio mínimo para una sala comedor de 13'85 m².

Como habrá podido apreciar, al componer una habitación intervienen, además de las medidas, el sentido común y el gusto. La situación de la puerta parece desplazada de su rincón lógico; pero dado que al dividir la sala en dos partes (comedor y estar) dicha situación centra el paso, y al mismo tiempo queda cerrando el grupo librería-sillón, tal colocación es aceptable.

Veamos otra variación de las posibles. Dentro del mismo espacio, aprecie el pequeño cambio a que nos hemos visto obligados respecto al traslado de la puerta y de la ventana. Asimismo apreciamos que los dos grupos comedor y sala de estar ya no están tan ambientados como antes y que el paso da idea de interrupción.



Distribución del mobiliario en una sala comedor de 13'85 m².

Si seguimos trabajando sobre el mismo plano buscando combinaciones, pronto nos daremos cuenta de que éstas son muy pocas y únicamente la primera es la realmente aceptable. Ello nos hace pensar que nuestra misión dentro del mínimo espacio no puede ser llevada a límites en que coartemos la personalidad del decorador, puesto que no le damos otra salida que la encontrada en primer término; lo que, dicho de otro modo, es lo mismo que quitar toda personalidad que no sea la nuestra. Imagínese un bloque de viviendas en estas condiciones, partiendo de que los muebles estrictamente necesarios son los marcados; las variaciones entre las viviendas que integren dicho grupo serán muy pocas.

Para ello es necesario contar con un nuevo espacio que podríamos llamar de distribución.

Recorte unas piezas de papel con las medidas standard acordadas a escala, y siga buscando posibilidades de distribución. Cuide los espacios razonables hablados, el principio de conjunto entre el sofá y los sillones, etc. El resultado le dará el convencimiento de que le faltan unos centímetros en una dimensión, por lo menos en una de las longitudes. Aceptemos ésta en el total de una habitación entre 16 y 18 m.².

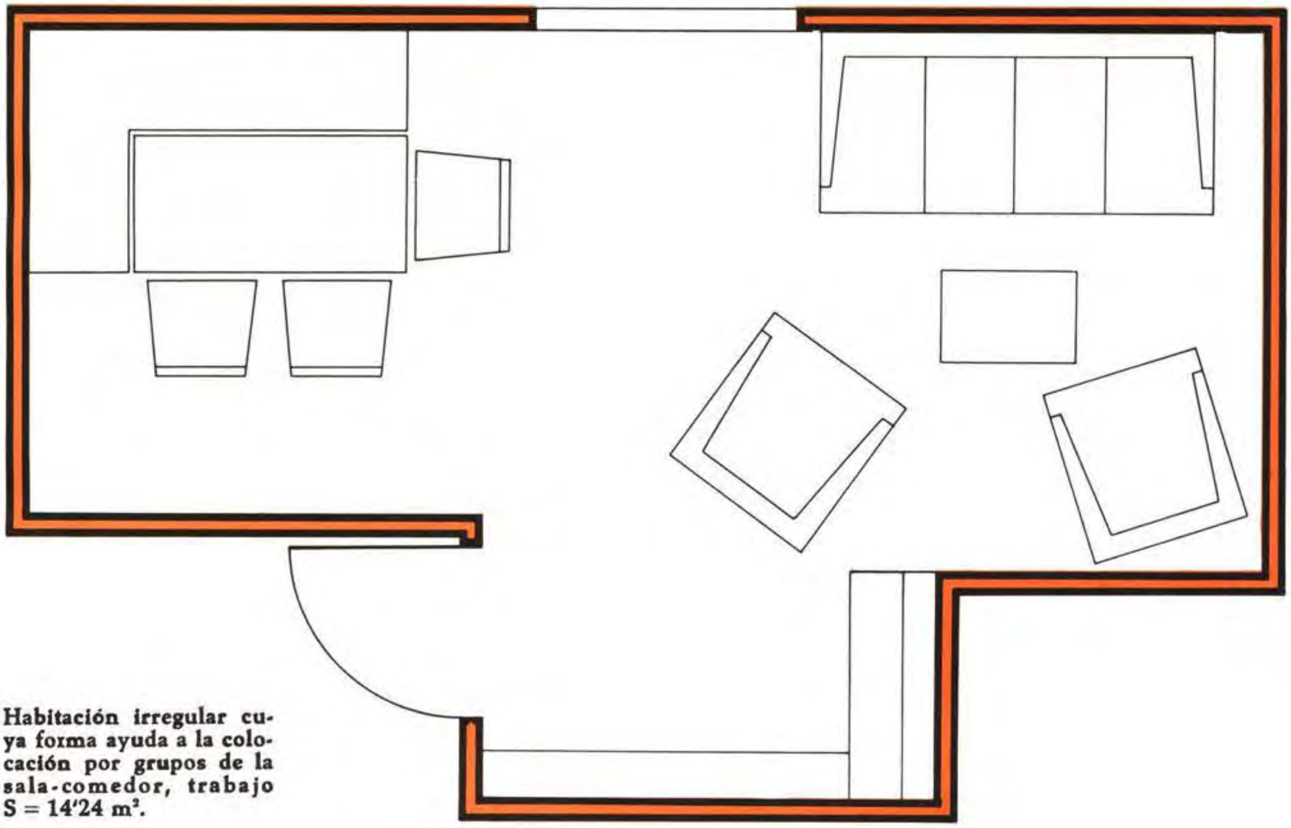
Posteriormente veremos que nos es necesaria dicha medida, por exigencias de la puerta y la ventana, que no siempre podrán situarse donde convenga a la habitación planeada; así como por espacios de postigos, etc.



Ésta es una distribución sobre los 16 m² buscados como límite de la sala comedor; pero hay algo que no está de acuerdo con la distribución de los muebles. Con el aumento de medidas nos es posible variar el sofá separándolo de la pared, o adoptar cualquier otra solución; y sin embargo, sentimos el efecto de que ahora hay espacios perdidos, como el A y el B, sin haber ganado en el de los grupos: comedor, estar o escritorio y máquina. Es indudable que existen otros modos de repartir los muebles, pero difícilmente evitaremos tal sensación acostumbrados a analizar los espacios. Vamos, pues, a variar los muros, lo cual es una posibilidad siempre que tengamos presente el conjunto de la vivienda.

Veamos otra solución, de las muchas que se pueden encontrar, si se puede variar la forma de las paredes.

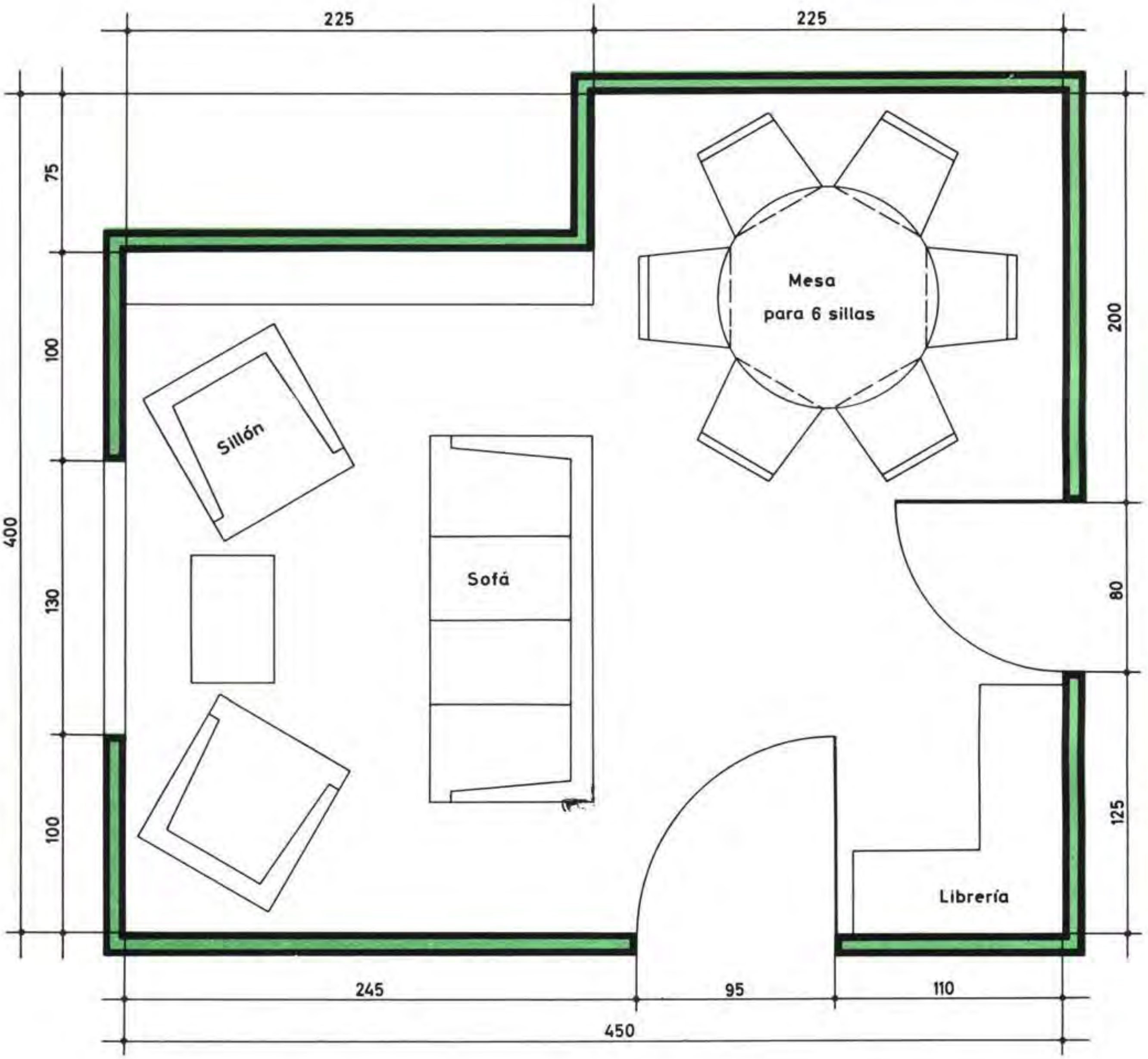
El paso desde la puerta a las tres dependencias que forman la sala permite el ejercicio desahogado de todos los movimientos sin dar aspecto de espacios perdidos. Los metros cuadrados estipulados, de este modo, no son alcanzados todavía, puesto que la sala presente es de 14'24 m², permitiendo la reserva necesaria para otra puerta o incluso la recogida de postigos en caso de que los tuviera la ventana.



Habitación irregular cuya forma ayuda a la colocación por grupos de la sala-comedor, trabajo S = 14'24 m².

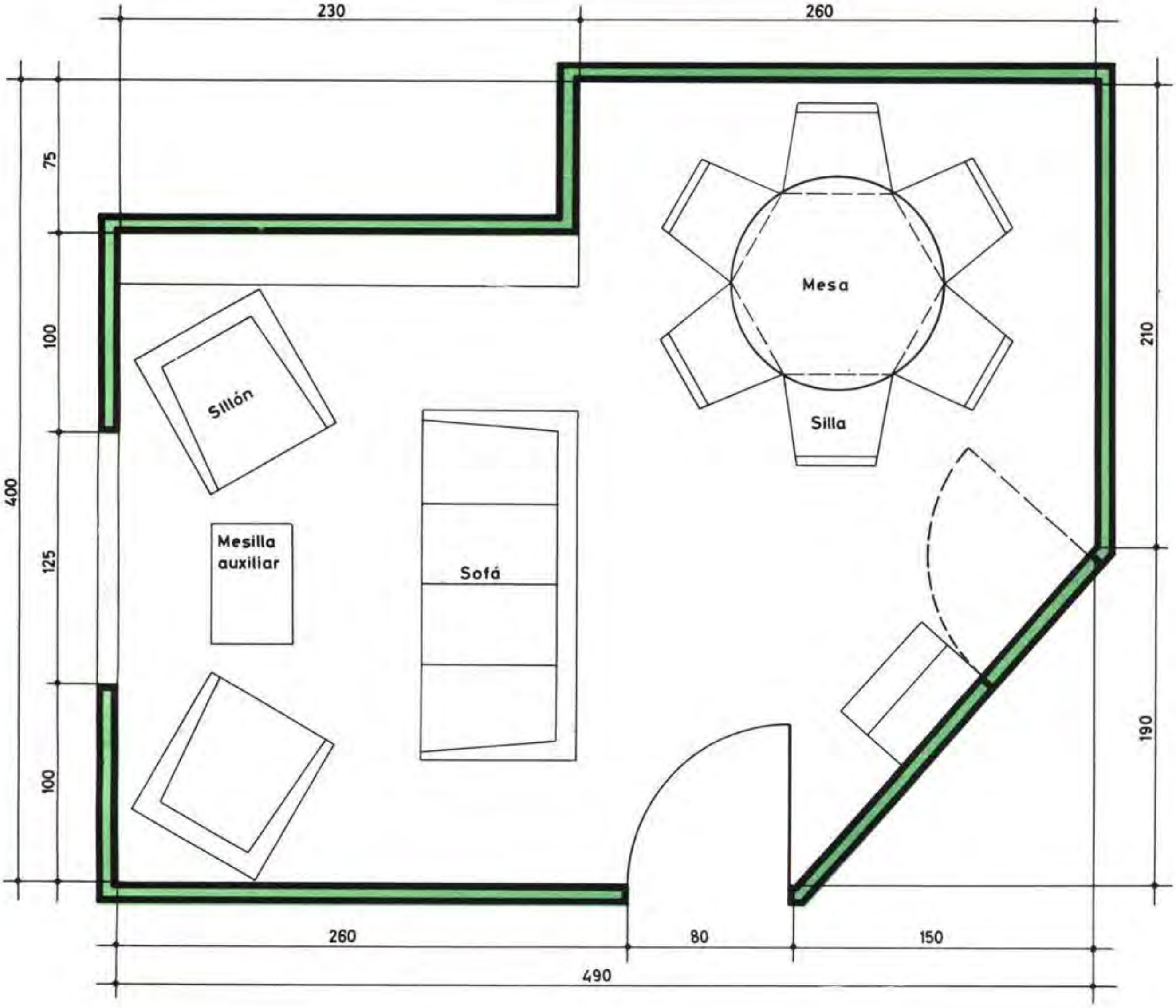






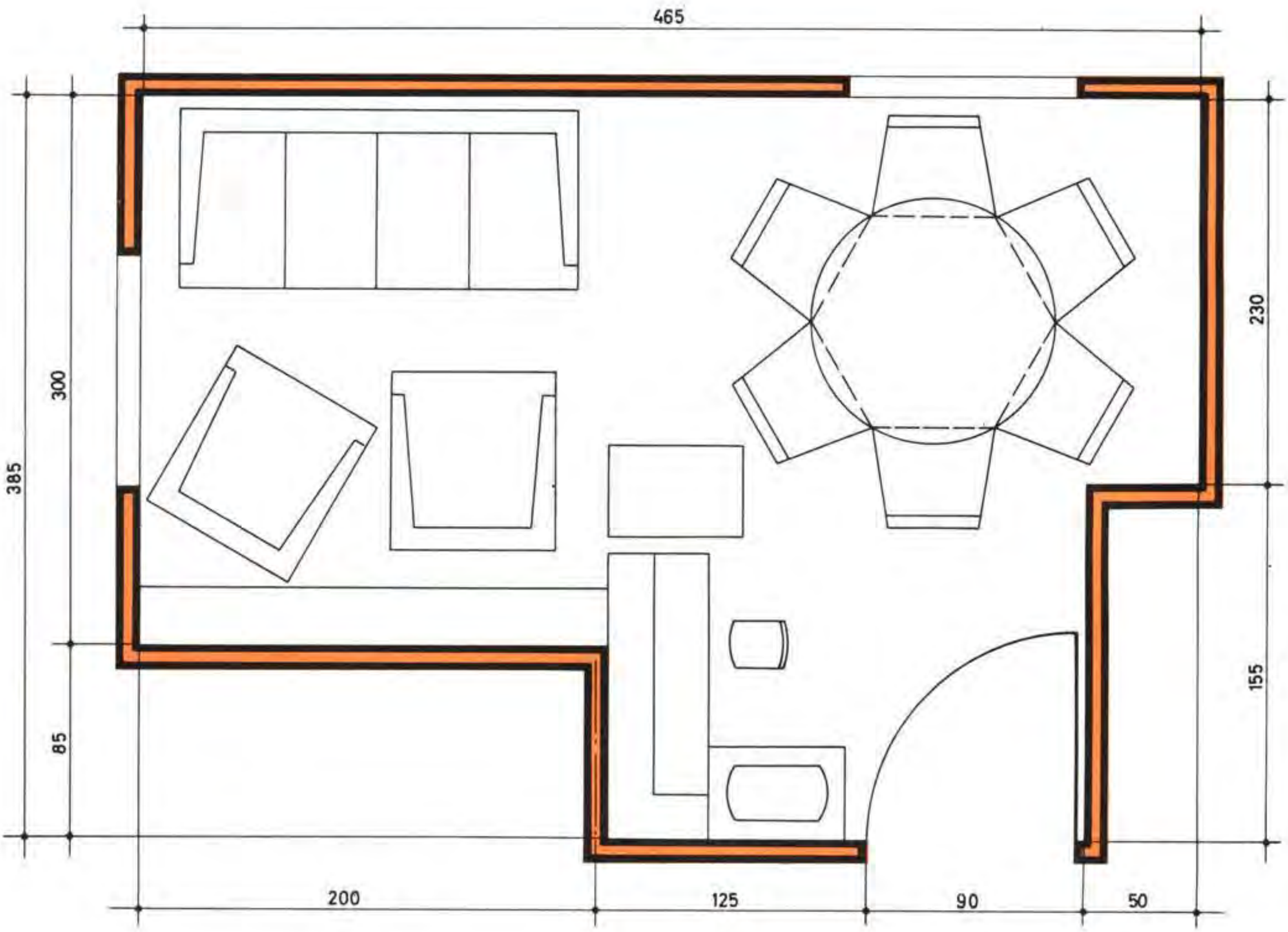
Sala comedor de 18 m² sin paso a dos sillas de la mesa.

En esta ocasión el replanteo se ha efectuado contando con espacio para una mesa redonda. El espacio A nos parece excesivo comparado con el que se deja de paso a la mesa. Es necesario variarlo, aceptando como principio que la parte de mayor luz, o sea la próxima a la ventana, debe estar ocupada por el tresillo o muebles que hacen las veces de sala de estar. Doblando una de las paredes o efectuando ángulos podremos reducir el espacio A para aumentárselo a la mesa.



Sala de estar comedor de 18'20 m² con paso alrededor de la mesa.

A esta altura, usted se habrá dado cuenta que las variaciones posibles son infinitas gracias a la movilidad de los muros; pero que al mismo tiempo estos movimientos se han de hacer sin cerrar las posibilidades antes mencionadas de libertad de interpretación de cada habitación.

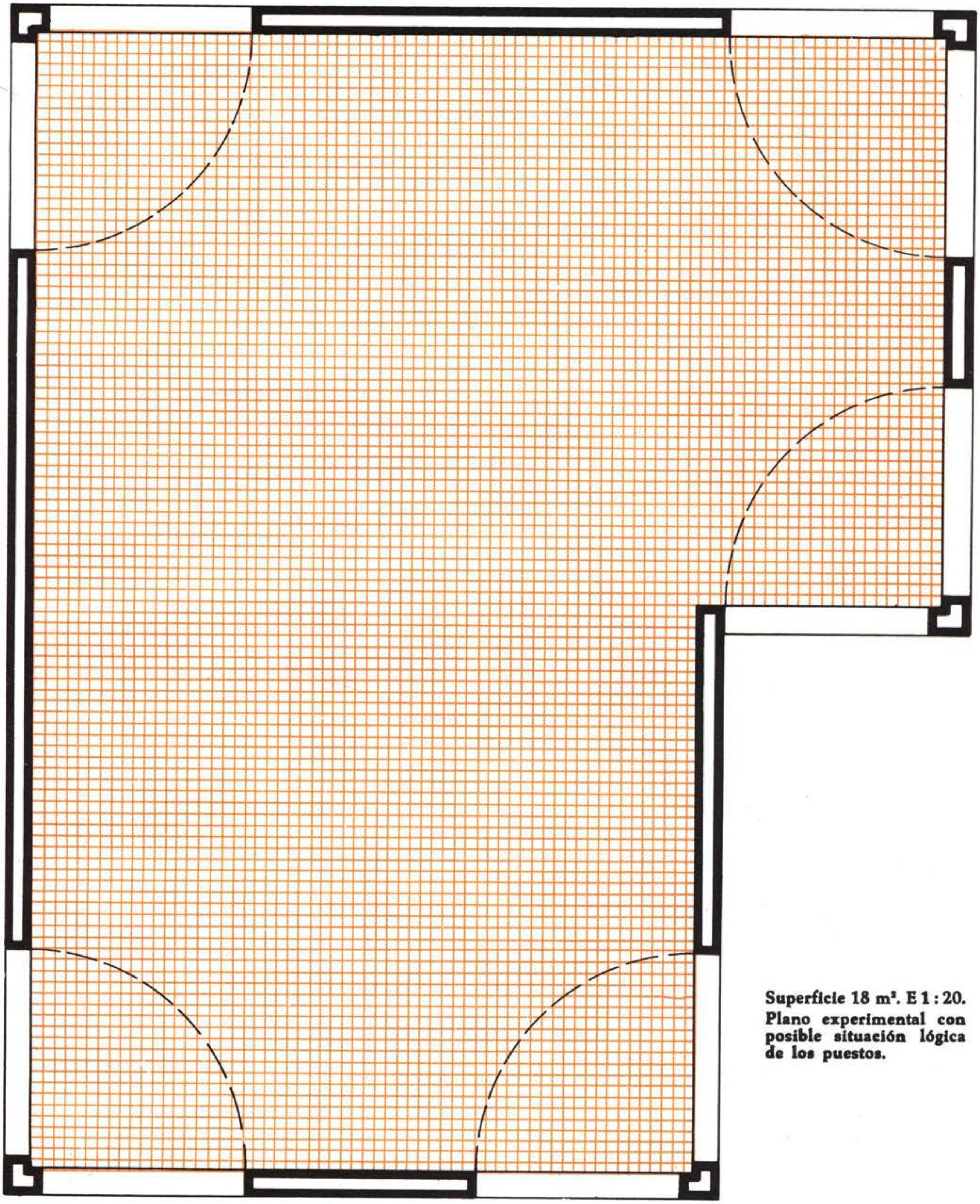


Sala comedor de S = 15'42 m². La justeza de medidas no permite la situación de la mesa auxiliar sin interrumpir el paso o el efecto de la sala.

Esta sala de 15'42 m² de superficie, a pesar de estar bien concebida, debido a su ajustada medida, no da libertad de movimientos a los muebles que la integran, de tal modo que la mesita auxiliar no encuentra un sitio adecuado y siempre dará el efecto de bailar en la sala o de interrumpir un paso.

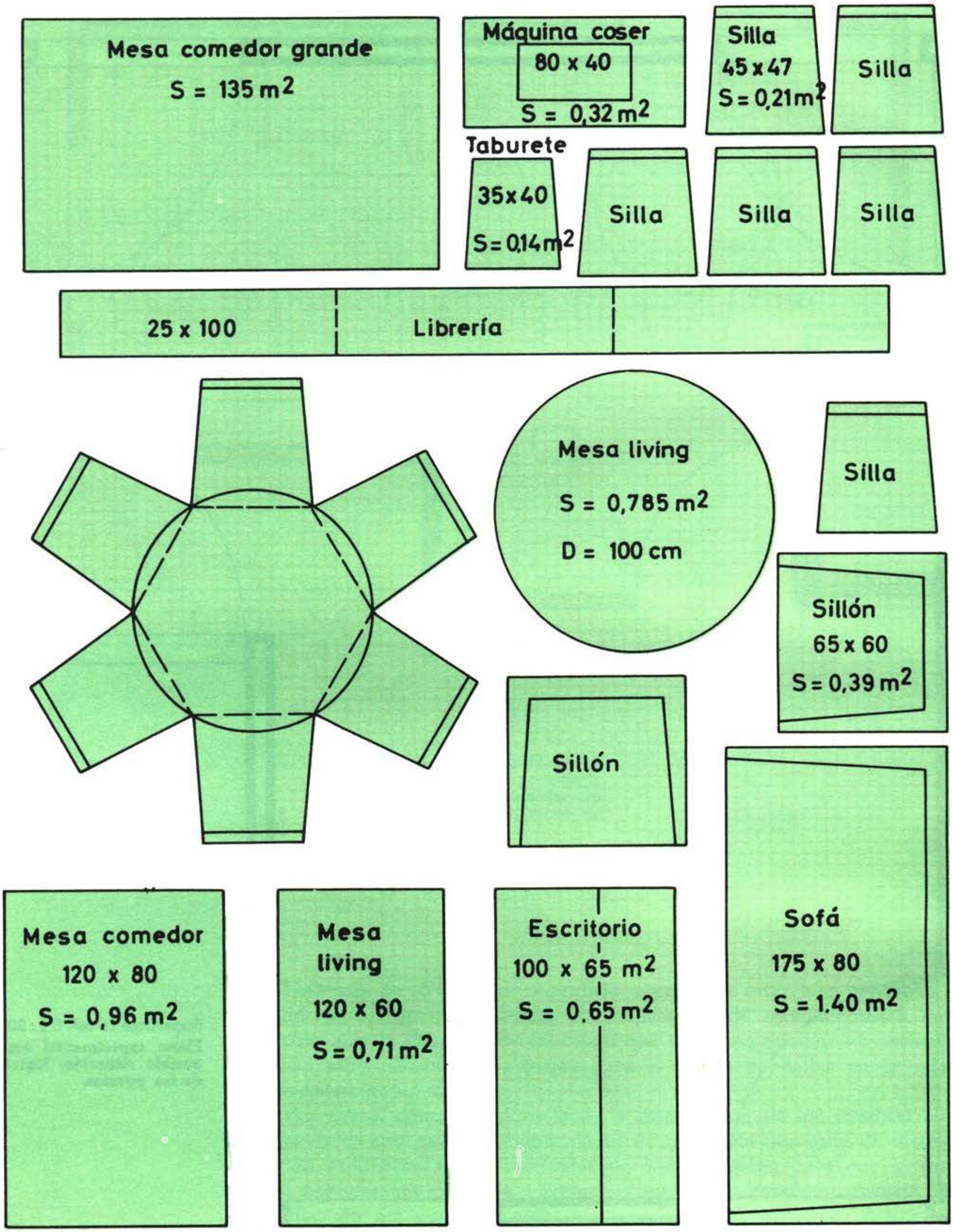
Vea usted, como ejercicio final, la distribución de los muebles estudiados en una sala semejante de 18 m². Se le da una guía de distribución milimetrada en cuadrículas de 5 cm lineales, para que le sea fácil apreciar las distancias. Trabaje y mejore lo enseñado: sentirá la satisfacción del que crea algo.

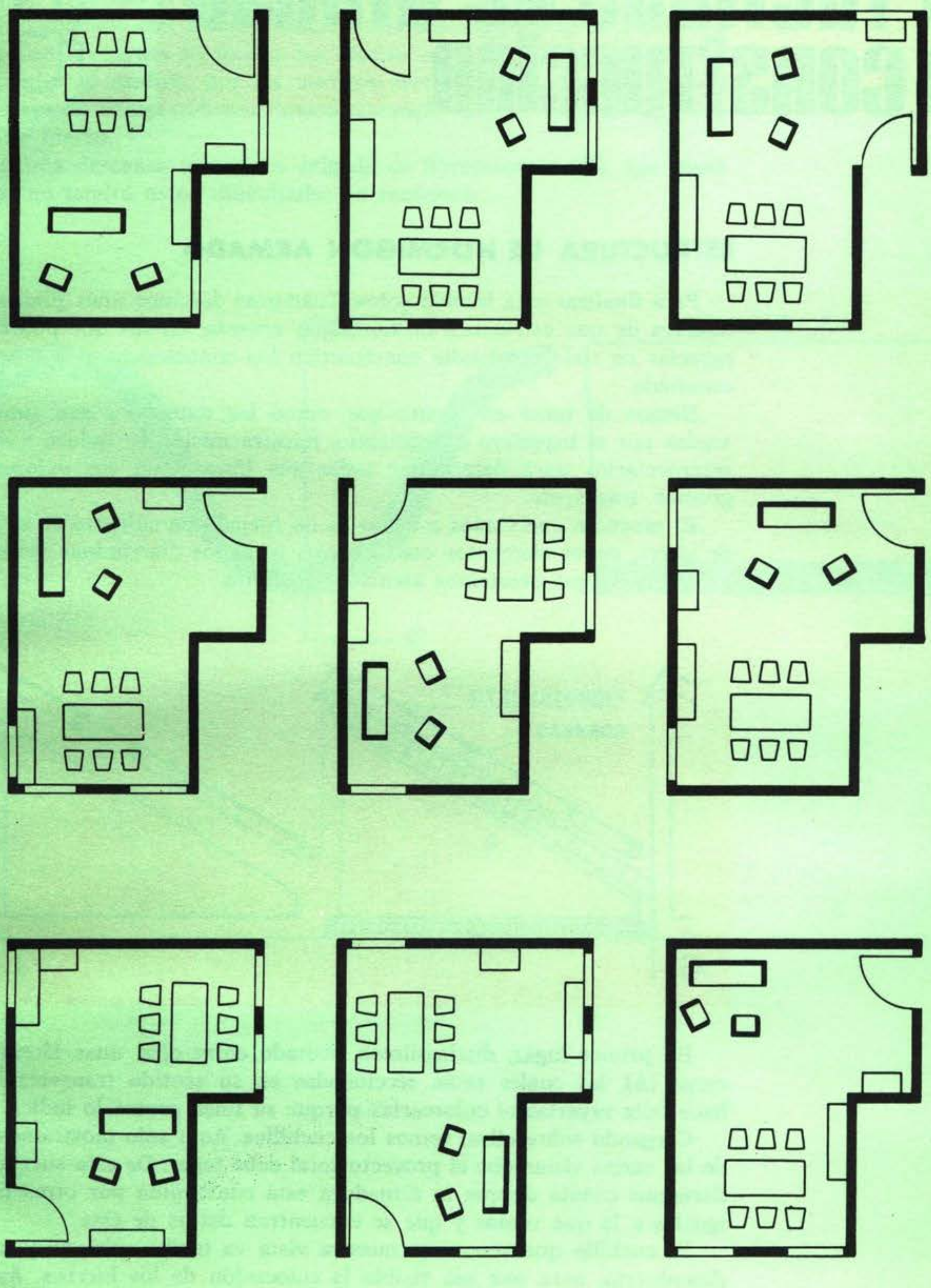
PLANO DE PRACTICA DE REPARTICION PARA SALA-COMEDOR



Superficie 18 m². E 1 : 20. Plano experimental con posible situación lógica de los puestos.

MUEBLES DE SALA COMEDOR





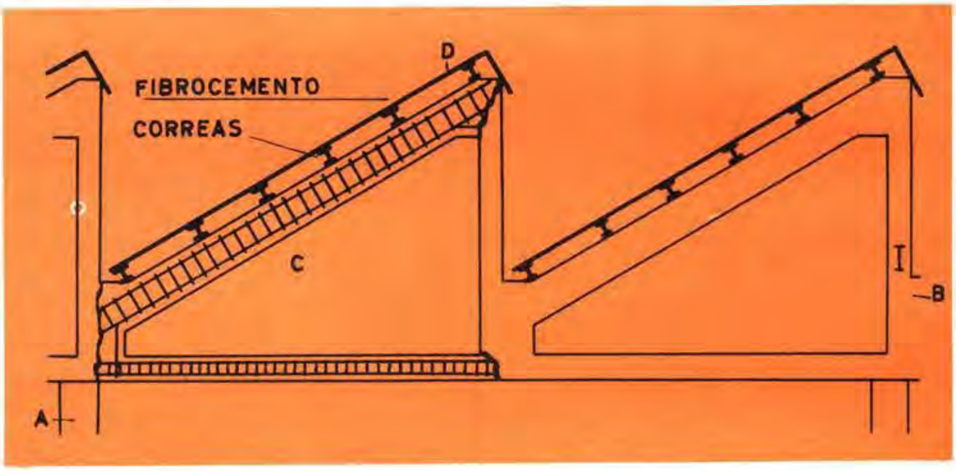
Prácticas de dibujo en construcción 9

ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO

Para finalizar esta lección sobre CUBIERTAS daremos unos planos detallados de una estructura de hormigón armado, en los que podremos apreciar en todo su detalle constructivo los conocimientos que hemos estudiado.

Hemos de tener en cuenta que, como los datos nos son suministrados por el ingeniero o arquitecto, nuestra misión se reduce a saber interpretarlos para determinar todas sus líneas, con sus valores de gruesos, trazos, etc.

El proyecto que vamos a tratar es un forjado de cubierta en dientes de sierra, cuyos elementos constitutivos podemos discriminar fácilmente por poco que prestemos atención al dibujo.



En primer lugar, distinguimos, acotado entre ejes, unas jácenas de carga (A), las cuales están seccionadas en su sentido transversal. No hace falta rayarlas ni colorearlas porque su línea gruesa lo indica.

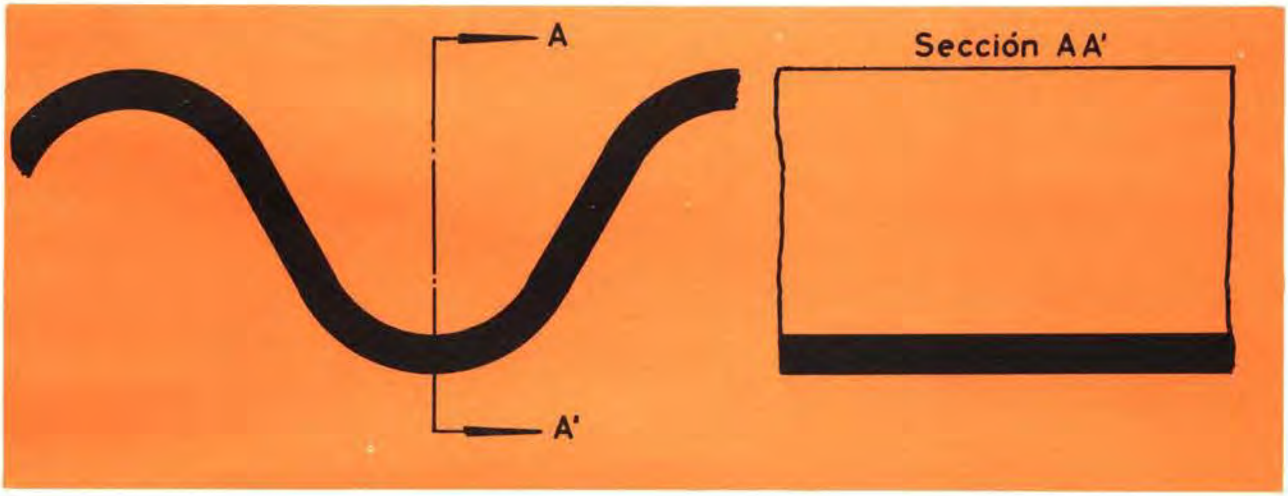
Cargando sobre ellas, vemos los cuchillos. Aquí sólo mostramos una de las varias vistas que el proyecto total debe tener. De esta suerte, nos daríamos cuenta de que la armadura está constituida por otras piezas iguales a la que vemos y que se encuentran detrás de ésta.

El cuchillo que vemos en nuestra vista va medio cubierto y medio descubierto, para que sea visible la colocación de los hierros. Así, en el vértice descubierto vemos los ganchos de anclaje y un hierro de unión o refuerzo de enlace, con el detalle del cruce de los estribos.

La indicación (B) señala unas viguetas en doble T que sirven de riostras. Con una vista de planta podríamos conocer el valor de estas viguetas, así como el número total de ellas.

Pero sigamos con nuestra vista. Sobre los cabios (C), en pendiente, vemos unas correas formadas por hierro en doble T. También están sin detalle de medida, por los motivos anteriormente apuntados; pero por su perfil comprendemos inmediatamente que se trata de una sección de hierro.

Encima descansa una placa delgada de fibrocemento (D), que suponemos no tendrá usted dificultades en reconocer.




Traslatio
Sedis


SALVADOR
FERNANDEZ


NICE
GIRL
Carlos


P


Traslatio Sedis
EXPOSICIÓN CONMEMORATIVA 750 ANIVERSARIO
CATEDRAL DE CÁDIZ JUN·DIC 2018
COMMEMORATIVE EXHIBITION 750 ANNIVERSARY
CADIZ CATHEDRAL JUN·DEC 2018


JPBC


















1812


A LAS
CORTES DE CADIZ
LOS ESPAÑOLES
1912
1812—1912
CONGREGACION DEL ORATORIO
Y
DE SAN FELIPE NERI
1894
A LAS
CORTES DE CADIZ
DOCE










Imaginarium
Imaginarium
Imaginarium
friends!
















EPTO
AJES


NUMERO 9 DUPLICADO.


Coca-Cola

